ISSN 0915-2318　平成2年3月5日第三種郵便物認可
令和元年6月1日発行　毎月1回1日発行　第31巻第6号（通巻363号）

NTT 技術ジャーナル

NTT R&Dフォーラム2018（秋）特別セッション

Internet of Things
Security
co-innovation
Social Trend
Digital Transformation
Technology Trend
Graphics Processing Units
Exponential Technologies
Smart
Disruptive Innovation
Smart World
Disruption
Virtual Reality
Electromyography
Field-programmable gate arrays
Electrocardiogram
Natural
Cloud

■別冊
NTT Technology Report for Smart World

■グループ企業探訪
NTTメディアサプライ

6
2019
Vol.31 No.6

別冊　NTT Technology Report for Smart World

「NTT Technology Report for Smart World」
の発表について ………… 4

特集　NTT R&Dフォーラム2018(秋) 特別セッション

共創による変革の加速と新たな価値創造
Debra Bordignon
Dimension Data Australia ………… 7

デジタルディスラプションの時代をリードする
Marc Alba
everis ………… 15

from★NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル

DOCOMO Open House 2018
—ビジネスを，世界を，5Gで革新する．— ………… 22

NTT技術ジャーナル

挑戦する研究者たち

塚田 信吾　NTT物性科学基礎研究所　フェロー

スイングバイモデルで
自らを取り巻く環境を力に変えていく …… 34

グループ企業探訪

NTTメディアサプライ株式会社 …… 40

DoCANVASを基盤にした
スマートマンションプラットフォームで
ステークホルダーの課題解決をめざす

グローバルスタンダード最前線

■ITU-T SG5の体制と審議状況 …… 44

Focus on the News …… 47

NEWS …… 56

特許紹介 …… 57

イベント …… 59

読者の声 …… 60

7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

本誌ご購読のお申し込み，
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 2019
●本誌掲載記事の無断転載を禁じます●
※本誌に掲載されている社名，製品およびソフトウェアなどの名称は，各社の商標または登録商標です．

■表紙デザイン：高橋デザインルーム

NTT技術ジャーナルはWebで閲覧できます．http://www.ntt.co.jp/journal/

「NTT Technology Report for Smart World」の発表について

NTT研究企画部門では，テクノロジーをナチュラルな存在に変え，世界を「スマート」にしていくための11のテクノロジーとR&Dの先進的な取り組みについてまとめた「NTT Technology Report for Smart World」を2019年5月9日に発表しました．この中では，革新的なネットワークの構想「IOWN」を提案しています．本稿では，本レポートの概要を紹介します．

上野 晋一郎（うえの しんいちろう）/前田 裕二（まえだ ゆうじ）
松野 恭士（まつの やすし）/芝 宏礼（しば ひろゆき）

NTT研究企画部門

スマートな世界とナチュラルなテクノロジーのために

わたしたちは，これからの世界を「スマート」に，その世界を支えるテクノロジーを「ナチュラル」なものにしていきたいと考えています．テクノロジーを発展させればさせるほど，これまでバラバラだったデータ／作業／人／産業はどんどん結びついていき「スマート」になっていくでしょう．領域を超えた結びつきはこれまでなら生まれ得なかった新たな共創を可能にし，その結果さらにスマートな世界は加速していきます．

スマートな世界では，老若男女や職業，人種を問わずあまねく人びとがテクノロジーの恩恵を受けられる必要があります．そのために，テクノロジーは「ナチュラル」なものでなければいけません．現在わたしたちが先端的なテクノロジーに触れる際はそれを使っていることを意識せざるをえませんし，ときには専門的な知識が求められる場合もあります．しかし，それではテクノロジーの恩恵を受けられる人と受けられない人の格差が生まれてしまうでしょう．だからこそ人びとが意識できないほど「ナチュラル」な存在になることがテクノロジーには求められているのです．

スマートな世界をつくる11のテクノロジー

わたしたちは技術をナチュラルな存在に変え，世界をスマートにしていくために11のテクノロジーを選定しました．すでに研究が進みさまざまな領域で実用化に取り組まれているテクノロジーから，これから大幅に伸びることが期待される萌芽期のテクノロジーまで．その11のテクノロジーがいかにスマートな世界をつくり上げるのかご紹介します．

■01. 人工知能

いまや人工知能（AI）の「見る」「聞く」「話す」といった基本的な能力は実用レベルに達しつつあります．そのうえで，これからのAIは「価値観」を処理できる必要があるとわたしたちは考えています．多様な価値観に合わせていくつもの選択肢を提示できるAIは，より複雑な問題に対しても複数の解を提示し人間の思索を深めてくれるはずです．

■02. 仮想現実／拡張現実

現在すでにさまざまなサービスやプロダクト，コンテンツが発表されている仮想現実／拡張現実（VR/AR）を，今後さらに広範な領域へ自然に導入していきたいとわたしたちは考えています．視覚のみならず聴覚や触覚，力覚，温度感覚などその他の感覚へアプローチしたり，リアルタイムの高速データ処理によって「空間」そのものを遠く離れた場所へ配信できる技術（Kirari!）にも取り組んでいます．

■03. ヒューマン・マシン・インターフェース

スマートな世界のなかでアップデートされていくのは，プロダクトやシステム，サービスだけではありません．わたしたちはHMIの研究を通じて，「Point of Atmosphere（PoA）」のように人間と環境，ロボティックデバイスをナチュラルに組み合わせようとしています．現在構想している新たな技術があれば，人が失ってしまった身体機能の代替や通常は感知できない情報の活用も可能となります．

■04. セキュリティ

ネットワークやIoTの普及によってサイバーテロのリスクが高まるなか，これまで主流だった「受動的」なセキュリティは日々進化するサイバー攻撃との「いたちごっこ」に陥りがちです．わたしたちはサイバー攻撃に対して能

動的に対処する「アクティブディフェンス」に注力しています．サイバー攻撃に対して先んじて対処できる新たなセキュリティ技術が確立されるからこそ，スマートな世界はその真価を発揮できるのです．

■05. 情報処理基盤

「スマートな世界」にとって，次世代型の情報処理基盤はいわば「インフラ」と呼べるテクノロジー．急速に進化していくテクノロジーをきちんと活用するためには，それに合わせて情報処理基盤も整備されなければいけません．膨大な量の情報をリアルタイムに処理するためのスケーラブルデータ処理技術や，業界を超えたデータの利活用を進めるために高効率なデータマネジメント技術の開発が現在進展しています．

■06. ネットワーク

業界を越えてあらゆるプレーヤーが協業し膨大な量の情報が飛び交うスマートな世界は，新たなネットワークなしに成立しえないものです．より大容量，低遅延で，より強固かつ柔軟なネットワークであると共に，年々爆発的に増加している消費電力問題を解決する低消費電力なネットワークであるべきです．そのため，わたしたちは，ネットワーク全体のオール光化に注力し，新たなネットワークの実現を目指しています．

■07. エネルギー

あらゆる産業のシステムを駆動させるために必要となるエネルギーはスマートな世界の「社会基盤」といえるでしょう．わたしたちも，環境に優しく大容量なだけでなく「インテリジェンス」をもつかのごとくみずから自由に流通しうるエネルギーの開発に取り組んでいます．そのために分散するエネルギーを仮想的に統括する「仮想発電所」によって効率的なエネルギー流通を行ない，同時に新たな電力ネットワークの研究にも着手しています．

■08. 量子コンピューティング

従来のコンピュータをはるかに上回る性能を発揮することが期待されている量子コンピューティング技術は，ほぼすべての産業において活用されていくでしょう．わたしたちの量子コンピューティング研究も，「LASOLV」のように通常の量子計算とは異なる新たな概念が導入されています．こうした進化によって，単に高速・高度な情報処理が可能になるだけでなく，情報処理技術そのもののあり方が変化する可能性が生まれています．

■09. バイオ・メディカル

生物学や化学の進展とともに，バイオテクノロジーも着実に進化を続けています．わたしたちも近年取り組みが加速しているのはバイオ・メディカルケアの領域．「hitoe」のような機能素材開発を行なうほか，2019年にはディーキン大学とウェスタンシドニー大学などオーストラリアの機関とパートナーシップを締結し今後も加速していきます．

■10. 先端素材

これからの素材は固定的なものではなく，環境に合わせて柔軟に変化していく多機能素材が主流となっていくはずです．スマートな世界を構築するためには人々の多様なニーズに応えパーソナルな機能開発が求められるため，高速な素材開発も必要となるでしょう．わたしたちもまた，「先端薄膜材料」など実現が進んでいる素材を活用することで，より柔軟かつ多機能な独自の素材を生み出すことを目指していきます．

■11. アディティブ・マニュファクチュアリング

3Dプリンティングが例に挙がることの多いアディティブ・マニュファクチュアリングは，今後より「パーソナル化」していくことでスマートな世界に欠かせないテクノロジーとなるでしょう．工業製品や建築資材のような構造物だけでなく，骨や臓器といった人間の「身体」さえも自在に製造可能とする「バイオプリンティング」，時間・状態の遷移に関する情報を盛り込むことで自己修復を可能にする「4Dプリンティング」も注目すべき技術．こうした技術が進化することで，よりパーソナルな製造が可能となるのです．

スマートな世界のスマートなわたしたち

11のテクノロジーが進化していくことによって，わたしたちの世界はこれから「スマート」なものになっていくでしょう．わたしたち一人ひとりの生活がスマートになるのはもちろんのこと，企業のあり方やそのビジネス，さらには社会全体がテクノロジーによって大きく変わっていくのです．本編では「すべてがパーソナルに」，「サービスが変わる，サービスに変わる」，「社会課題の解決へ向かって」の三つの視点で分析しています．

What's IOWN?

NTT R&Dは，新しいテクノロジーの研究開発に取り組むとともに産業競争力の強化や社会的課題の解決を目指しています．こうした世界をつくっていくためには，テクノロジーがより「ナチュラル」なものでなくてはいけません．そのためには人が無意識のうちに高度なテクノロジーの恩恵にあずかれるようにすること，そして一人ひとりの違いに合わせてテクノロジーを利用できるような環境をつくり上げることが必要となります．

このような将来像に向けて，NTT R&Dでは，新たなネットワーク構想として，IOWN（アイオン：Innovative Optical and Wireless Network）に取組んでいます．IOWNはフォトニクス技術をベースにした大容量，低遅延，かつ柔軟性，消費電力に優れた革新的なネットワークです．IOWNにより我々が世界をどう変えていくのか今後にご期待ください．

さいごに

NTT研究企画部門では今後も毎年テクノロジーの動向とNTT R&Dの戦略と取り組みについてまとめ発表していきます．また，今回発表した資料につきましてはNTT持株会社HP[(1)]よりダウンロードしていただくことが可能ですので是非ご覧ください．

■参考文献

(1) http://www.ntt.co.jp/RD/techtrend/index.html

（左から）上野　晋一郎/ 松野　恭士/ 芝　宏礼/ 前田　裕二

テクノロジートレンドとNTT R&Dの動向をまとめた「Technology Report for Smart World」冊子を発行しています．お客さまとのコミュニケーション等へ活用いただければと思います．

◆問い合わせ先
NTT研究企画部門
R&D推進担当／R&Dビジョン担当
E-mail　technology_report-ml@hco.ntt.co.jp

共創による変革の加速と新たな価値創造

Debra Bordignon
Dimension Data Australia

NTTグループの一員であるDimension Dataは，先日オーストラリアのシドニーに初めてのクライアントイノベーションセンター（CIC）を開設しました．この記事ではCICと，Dimension Data・同社のクライアントおよびパートナー・NTT研究所の三者が生み出した共創事例を紹介します．本稿は2018年11月29日開催のNTT R&Dフォーラム2018（秋）における，Dimension Data Australiaの最高技術責任者Debra Bordignon氏によるスピーチに基づいています．

クライアントイノベーションセンター

2018年8月1日，Dimension Data Australiaではオーストラリアのシドニーに，初めてのクライアントイノベーションセンター（CIC）を開設しました[1]．当センターはクライアントとともにイノベーションを生み出すための施設として，またエンゲージメントモデルとして設立され，当社がOne NTTの一員として運営します．CICの目的は，クライアントと共創の関係を構築し，このデジタル時代における変革の加速，および新たな目的の達成と価値の創造を支援することです．当社とNTT研究所は，密接に連携し，協力体制をつくることにより，これを実現します．

当社のクライアントは，One NTTに注目し期待を寄せています．クライアントの多くはアナログ資産を豊富に所有して成功を収めた組織ですが，皆，将来の発展のために事業を変革しようとしています．つまり，過去の脆弱性のある技術・プロセス・企業文化慣習の改善に取り組んでいます．

クライアントは当社に，より戦略的なレベルのイノベーションについて踏み込んだ対話をすることを期待しています．また，デジタル資産を統合・管理する事業者として，クライアントのデジタルトランスフォーメーション（DX）を加速する支援を求めています．クライアントは，NTT研究所の有する素晴らしい資産を含め，当社が提供できるイノベーションとエコシステムの適用を通して，変化する市場において自らを差別化する機会を模索しています．ときには，共にデジタル経済を発展させ社会に利益をもたらす新たな価値創造を行い，新たなソリューションの商用化をめざすケースもあります（図1）．

当社がCICモデルでつくり上げたのは，一体感に満ちた体験です．当社は

図1　One NTTの共創

クライアントの参加を促すだけでなく，部門レベルで共同で大きくチャレンジする，招待制のフォーラムも開催しています．

社会のビジョン

CIC開設から４カ月経ち，すでに多数のクライアントと目的をともにしたイノベーションへの取り組みを行っています．NTT研究所の最先端技術を活用するユースケースにおいては，新たな思考と方向性が生み出されています．しかし当社は日本から研究開発技術を取り入れるばかりではありません．非常に重要なのは，当社のCICは価値創造のために，Society 5.0[(2)]の理念，およびNTTによるその表現としてのB2B2Xモデルの上に構築されています．未来の社会と人間性を形づくるテクノロジ使用のあり方に道徳と倫理の枠組みを与えるうえで，今こそが世界にとって真に重要なときです．そしてSociety 5.0は，全世界が向き合うべき理念でしょう．

社会に対するビジョンが必要とされています．それがイノベーションの向かう先を示すコンパスとなるからです．今日起こっていることに目を向けると，アプリケーションやインタフェースの爆発的増加，複合現実体験，身の回りすべてのインテリジェンス化，人々やモノのハイパーコネクテッド化などが浮かび上がります．そして，データがデジタルフロンティアの拡大を促進しています．これらの変化はすべて，インターネット・モビリティ・ソーシャル・クラウド・デジタルプラットフォームの基盤の上に構築されています．

しかし，今後15年間の動向は全く異なります．15年後に振り返ったとき，今日あることが実はデジタル黎明期の現象に過ぎなかったと気付くことでしょう．15年後の世界はどのような姿になっているでしょうか？　それは物理世界とサイバー世界の高度な統合です．そこでは，インタフェースは自身であり，ジェスチャー，動きや思考がデータとなり，API（Application Programming Interface）となります．単純化された体験の裏には常に高度な複雑さが隠れています．SoR（System of Record），SoE（System of Engagement），そしてSoI（System of Intelligence）は，インテリジェントエッジから動的に駆動され，完全にトラストレスであり，まだ世の中に存在しないアーキテクチャ上の規則に従って動作します．これらすべてが推進されれば，文字どおり飛躍的な変化となります．これが今日のイノベーションを導くために指針となるコンパスです．クライアントとともに１歩，２歩，または大きな飛躍を遂げるとき，その基準となるシナリオはこの将来のビジョンなのです．

変革とイノベーションのテーマ

NTT R&Dフォーラムにおいては，驚くべき新技術を多数体験することができます．NTTの研究者たちが届けるユースケースのストーリーは，それらの実用的な用途を示唆するものです．フォーラムのテーマは，メディアとユーザインタフェース，AI（人工知能），IoT（Internet of Things），セキュリティ，ネットワーク，そして基礎研究です．それぞれのカテゴリーにおいては非常に多くのユースケースが提案され，この将来のビジョンに向けて，NTTが何を提供するべきかの探求が行われます．どのテクノロジのタイプが同時期に生じ，いつ，どのように成熟するのかを解明するうえで役立つマッピングを作成しました（**図２**）．このマップのX軸上には，当初は線形で進行する発展が指数関数的になり，成熟技術から商用ソリューションへの技術的ブレークスルーのポイントが示されます．Y軸は，イノベーションの採用曲線のピークを表します．つまりソリューションの採用が普及初期（early majority）から普及後期（late majority）に移行する時期を意味します．

現在CICは，One NTTとしての活動において，今後５年間にかけて価値を提供できるテクノロジの開発を予定しています．当社が主導するイノベーションには２つのタイプがあります．その１つは，この一番下のラインにおいて，現在成熟しているがまだつながれていないあらゆるテクノロジの点を結び付け，クライアント自身がスピードアップして次なるステップへ移行することを支援する，簡素化と迅速性を創出することです．それはイノベーションとしては必ずしも胸躍らせる類のものではありませんが，とても重要なものです．

もう１つは，この「ビヨンド」と呼ぶ新カテゴリーに属する新技術を選択し，その成熟と市場への早期導入を加速することで，差別化と競争優位性を

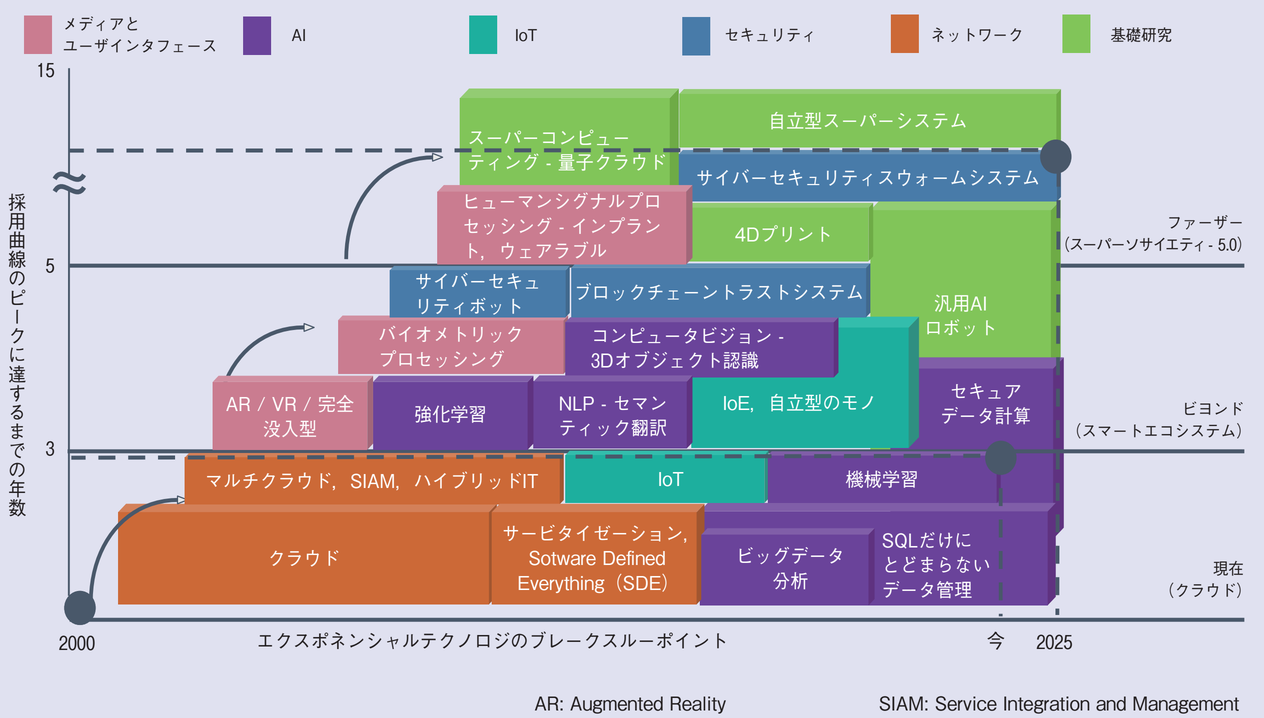


図２　R&Dの目的を持ったイノベーションへの変換

クライアントに提供することです．CICを通して求めるイノベーションはこちらを指しています．

DXに関しては，あらゆる組織が力を注いでいますが，その意義への理解が普遍的な一致を得ているとは思いません．DXが本当にもたらすものは何でしょうか？　当社グループ全体で，当社の研究と，世界中のクライアント組織との協力を通して得られた経験を集結しました．６つの重要な業績分野を特定するとともに，各分野において，まとまりや持続性の高い成功を達成する事業にみられる能力投資の意向を特定しました．これらすべてを合わせると，世界中で3.9兆ドルの技術投資が行われ，2020年における変革を可能にしました（**図３**）．

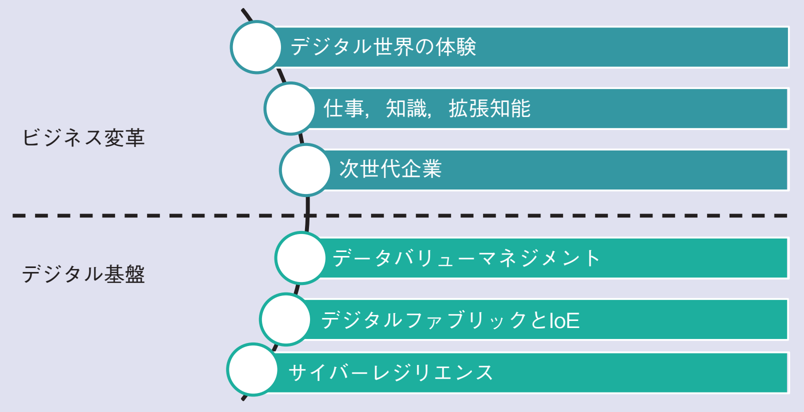


図３　変革とイノベーションのための需要テーマ

これらの業績分野および能力に対する，事業全体の変革およびイノベーションのゴールを明確にすることが重要です．ギャップはないでしょうか．過少投資となっている分野はないでしょうか．加速やディスラプションにより最大の利益が得られるのはどこで

しょうか．これらを原則とするとき，イノベーションの優先事項は何でしょうか．価値を置く目標をどのように定め，どのように測定するのでしょうか．

これら投資能力のベクトルが何を意味するのかについて，簡単に説明します．図の下半分の３つは，デジタル経済への適応能力であり，企業のデジタル基盤の確立に関するものです．上半分の３つは，ビジネス変革能力に関するものです．新たな目的を達成し，組織の新たな価値と繁栄を創造するために必要な能力です．

■デジタル基盤

もう少し詳しく述べると，一番下には「サイバーレジリエンス」があります．これはテクノロジ・プロセス・習慣・文化に組み込まれる，サイバーレジリエンスの新たなDNAを創造する能力です．「デジタルファブリックとIoE（Internet of Everything）」とは，ビジネスパフォーマンスのニーズに合致するITのハイブリッドインフラストラクチャへの移行，IoTを介したITとOT（Operational Technology）システムの結合，そしてIT組織のコストセンタからビジネスイネーブリングサービスへの移行です．最後に「データバリューマネジメント」です．その本質を例えればデジタルの心臓移植です．データが，インテリジェントでデジタル的に統合された企業の血流になるとともに，バランスシートの貴重な資産に変化することから，ほとんどの組織にとって本当に必要なものです．

■ビジネス変革

ビジネス変革能力として，その１番目に挙げるのが「次世代企業」です．これは，比較的静的で直線的なサプライチェーンモデルから，動的なエコシステムのビジネスモデルへの移行を必然的に伴うものです．テクノロジの再プラットフォーム化には，これらのエコシステムのフローを調整するソフトウェア定義かつデータ駆動型のAPIが必要です．「仕事，知識，拡張知能」とは，知識労働者が，クリエーター・コミュニケータ・マネージャ・意思決定者のいずれであっても，自らの行動をサポートするために，相互の協力方法・データの視覚化および使用・認識エージェントの訓練などにおいて，もっとも効率的な自己を実現可能とするためのものです．最後の「デジタル世界の体験」とは，ステークホルダーと，その期待の変化する性質と，クライアントが自身の組織から得る体験についてです．デジタルが周辺環境に溶け込むにつれ，焦点はオムニチャネルからチャネルレスへとシフトします．そして，私たちの技術がステークホルダーのAIエージェントやパーソナルデータAPIとの双方向性を増大させていきます．これら６つのベクトルが，未来社会の像への地図を描きます．

クライアントが，上記のような変革への統合的なアプローチを持たないことは，珍しいことではありません．CICモデルを通じて，ギャップの特定と，それに応じたかたちでイノベーションを導くことができます．

NTT研究所のイノベーションによる恩恵

当社がNTT研究所および当社クライアントやパートナーとの関係を通して，創り上げることができたものから２つの例を，これからお伝えしたいと思います．これらは，B2B2Xモデルにおける適切なパートナーシップの出会いと，能力の興味深い融合を描き出しています．この中にはNTT研究所のB2B，当社自身と大学クライアントやパートナー，NTT地域事業会社，そしてもちろんXという利益を受けるエンドユーザが存在します．

ここで起こっているのは，１＋１が３以上になる現象です．このコラボレーションとフローは，NTT研究所との双方向性がますます高まっています．なぜなら業界や市場の顧客からもたらされるユースケースがNTTの研究者にとって刺激的であり，研究プロジェクトについての思考を拡げるものだからです．さらに，NTT研究所と共有する新たな知的財産も生み出しています．これは価値共創の関係を育んでいるといえます．

■FLAIM Trainer™

最初の例はFLAIM Trainer™ (3)（図４，５）です．これがどのように生まれたかについてのストーリーは興味深いものですので，お伝えしたいと思います．Deakin大学はオーストラリアの革新的な大学で，その研究開発から力強い商業化の実績を持ちます．2017年半ば，そこではFLAIM Trainerというソリューションが生み出されました．これはVR（Virtual Reality）と触覚技術に基づく消防ソリューションで，自動車火災，ジェット機火災など数多くの状況を再現するシミュレーションシナリオを有するものです．Deakin大学は，Dimension Data

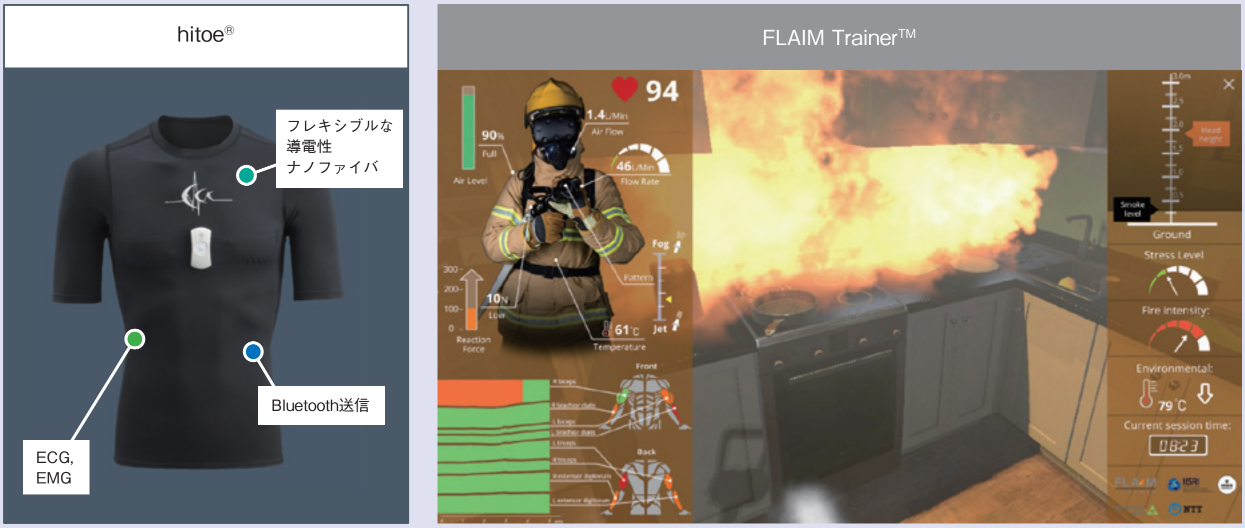


図4　バーチャルに訓練し，リアリティを体験し，パフォーマンスを測定します

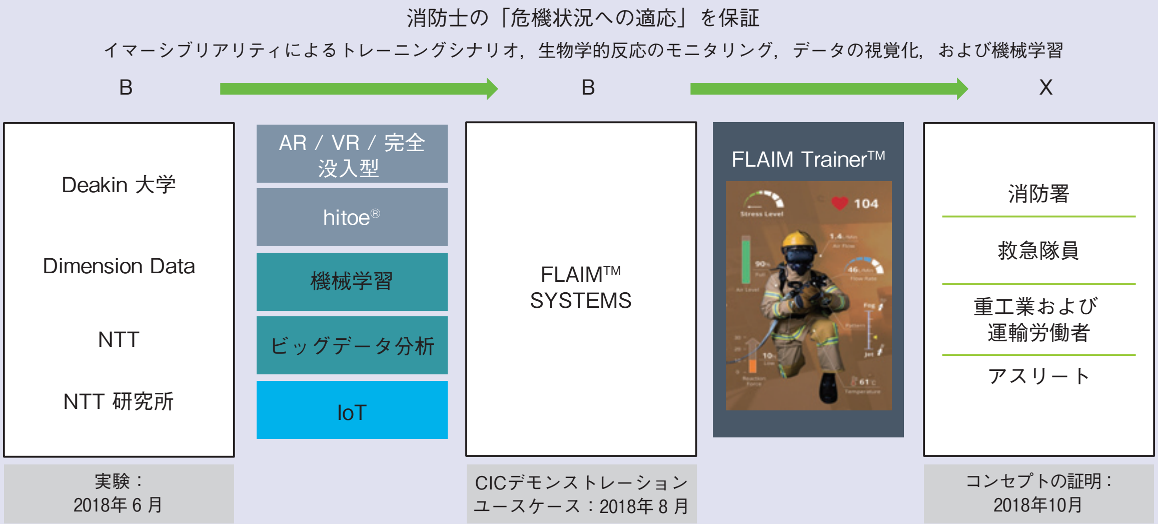


図5　FLAIM Trainer™におけるB2B2X共創

Australiaと親密な関係にあるクライアント・パートナーです．2017年7月，Deakin大学の研修者数名を日本のNTT研究所に招き，新技術の調査を幅広く行いました．すべては具体的なものに焦点を合わせることから始まります．FLAIM Trainerで彼らがつくり上げたものに，訓練中の消防士の生体情報を監視する機能を追加するとどうなるでしょう．そこには大きな発展の可能性があるだろうことは明白でした．

こうしてFLAIM TrainerとNTT hitoe®のバイオセンシング技術，そしてDimension Data Australiaのデータと分析の専門技術を融合させるアイデアが生まれたのです．プロトタイプのプロセスがDimension Dataの管理の

もと開始され，あっという間に心電図（ECG）センシングとVR体験を組み合わせたソリューションが出来上がりました．これは，煙や温度およびホースの水圧に関する環境データと並行して生理反応のリアルタイムな視覚化を実現するものです．

これを私たちは2018年2月に開催されたNTT R&Dフォーラム2018で紹介し，大きな反響を呼びました．FLAIM Systems Pty Ltd.（Deakin大学完全所有のスタートアップ企業）はそのころ，主要製品を商品化するための資金調達を行っていました．

筋電図（EMG）による筋活動の検知機能を追加すれば，このソリューションは大幅に強化され，市場でも唯一の存在になることをNTT研究所に提案・合意され，NTT研究所とDeakinの研究者による共同研究が実施されました．現在，hitoe®のセンシング技術とデータプラットフォームソリューションにEMG機能を追加しています．これにより消防の「危機状況への適合性」に関するインサイトと訓練方法が向上されるとともに，防衛・救急・労働者の安全性の問題が伴う重工業など，他の産業への適用も広がります．

このユースケースは，比較的迅速な価値への変換が行われ，本当のコラボレーションと双方向のIPフローを特徴としています．何より重要なのは，B2B2Xの視線を持ちつつ，市場に焦点を合わせることの重要性を忘れなかったことです．

■マスデータ観測と算師®

ここでもう1つの例をお伝えしたいと思います．この共同イノベーションは，NTT研究所，Western Sydney大学，Dimension Data Australiaの3者間で生まれました．このユースケースでは2つのかたちが示されます．1つは，さまざまな形式およびデータソースをまとめ，研究目的で使用できるようにする方法です．しかし同時に，NTTの秘密計算システム算師®の追加によって，クラウドデータのプライバシに新たな標準をもたらし，安全なデータ共有を可能とするポテンシャルを示しました．これは現時点の世界には明らかに欠けているものです（**図6，7**）．

まず，この共同イノベーションの経緯です．Western Sydney大学とDimension Data Australiaは，マスデータ観測というプラットフォームを

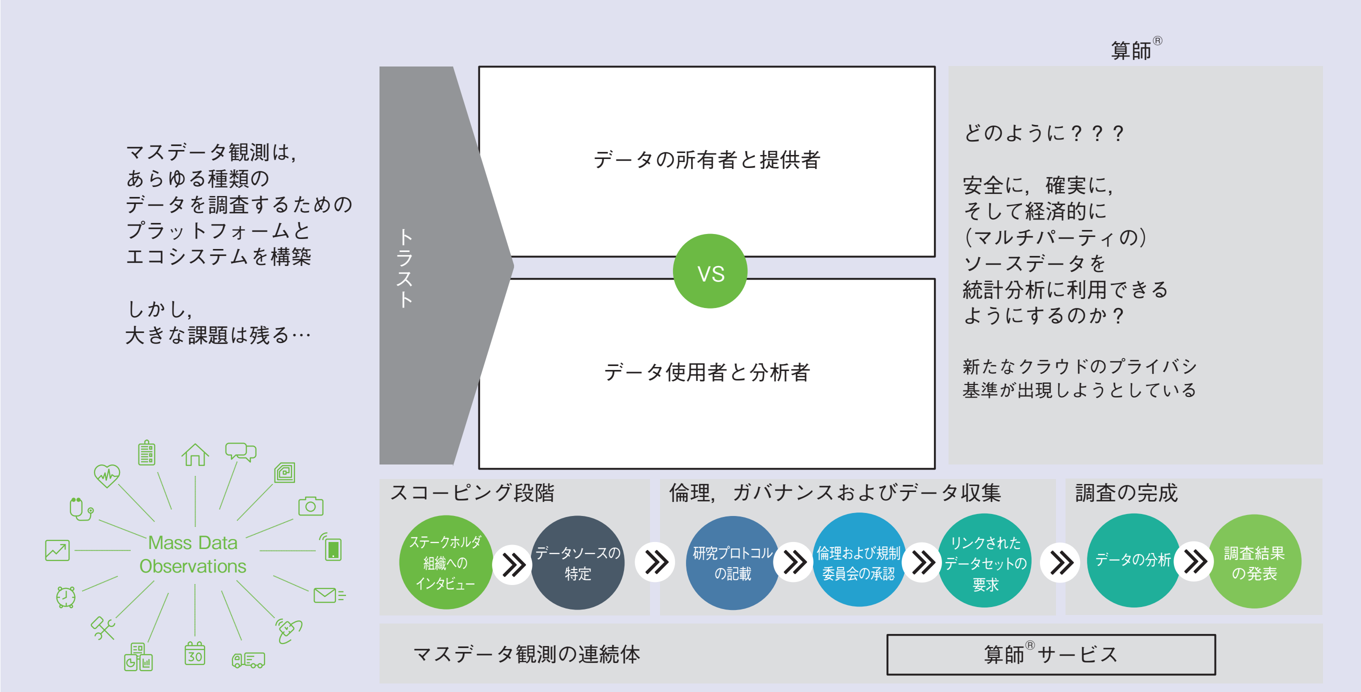


図6　算師®による研究のイノベーション

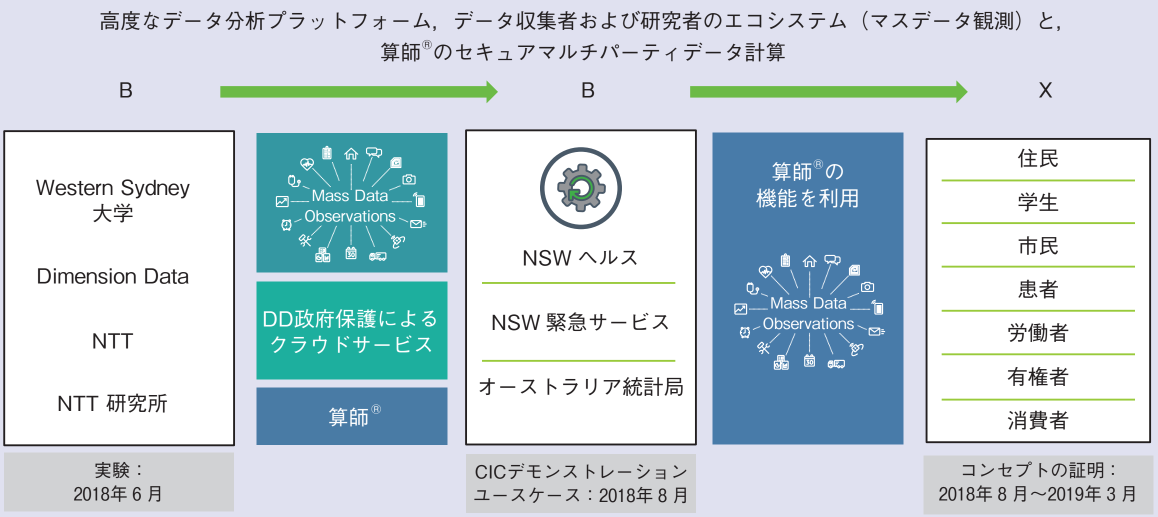


図 7　データの多元的宇宙を倫理的かつ安全に調査するためのB2B2X共創

共同開発しました．これはあらゆる形式のデータを受け入れることができる大規模なデータ管理プラットフォームで，オープンで協調的なプロジェクト，または個別のプロジェクト，いずれの調査にも利用できるものです．これに加えて，マスデータ観測プラットフォームは研究課題をクラウドソース化し，データを収集したい人々，または研究プロジェクトの対象になりたい人々の関心を引くことを可能とします．このプラットフォームにおいては，研究者とデータ提供者の両方が，研究インセンティブ用ビットコイン「RiByts」で報酬を受けることができます．このアイデアは，大規模な共同データドリブン研究エコシステムを推進することです．

2017年 7 月，Western Sydney大学から優秀な研究者数名を東京のNTT研究所に招き，Deakin大学のときと同様，共同で作業したいものをたくさん見出したのですが，安全でマルチパーティのデータ計算プラットフォーム算師®のプロトタイプに触れたときには衝撃を受けました．これは最先端の技術であり，暗号化データ分析とセキュアマルチパーティデータ計算の分野においては，世界で卓越した実力を持つものだったからです．

私たちの熱意と高価値なユースケースの試験を行えるオーストラリアの業界パートナーとのつながりにより，NTTは算師®英語版の開発加速に同意しました．2018年 1 月には，私のチーム，Western Sydney大学およびDeakin大学からの専門家によるグループが知識移転のために東京に戻りました．その後算師®をオーストラリアに持ち帰り，オーストラリアのクラウドプラットフォームで稼働中のマスデータ観測との統合を行いました．すぐに機能の調査・テスト・ユースケースの実行を開始しました．以下のユースケースはその一例です．

マスデータ観測は，あらゆる種類のデータをまとめて調査可能にするための強力なプラットフォームです．しかし，課題は依然として残っています．それは機密データセットを複数の関係者から収集する際には，信頼性に関する重大な問題が生じることです．当然のことながら，調査関係者であれば誰もが知っているとおり，倫理委員会およびガバナンス委員会による承認を受けることに対する障壁となっています．したがって，これらのデータセットを安全に，確実に，そして経済的に分析可能とする方法が求められることになります．そこで私たちは算師®を等式に組み込みました．

ニューサウスウェールズ州の火災に関するデータが，火災の社会的・経済的・健康的影響の全体像を理解する目的でまとめられたことは，これまでありませんでした．ニューサウスウェー

ルズ州には1000万人が住んでいます．この調査を行う以前のデータでは，1日に約5件の火災が起きていることが記されていましたが，実は20件でした．火災による死亡者数は10年間で約500人とされていましたが，実際には9000人だったことが分かりました．救急診療部は火災によるケガ人の数を1日数十人と報告していましたが，実際には213人以上でした．情報源があらゆる場所にありながら，火災の影響の本当の姿を描き出すために情報がまとめて扱われることはこれまでありませんでした．

Western Sydney大学の研究者は，これまで倫理審査による承認を得るために3年の歳月と何十万ドルもの費用をかけ，消防署，救急隊員，病院，死亡者登録，プライマリケアプロバイダ，保険会社，その他から11のデータセットを集めたうえで研究をしていました．

マスデータ観測を算師®とともに使用することで「トラストレス」技術環境が生成され，この課題を正確に，かつ違反の可能性なしに実行できることの証明に着手しました．この重要な点は，将来的に倫理委員会およびガバナンス委員会の信頼を得ることで，複数団体の機密データを扱うデータ調査のユースケースにおいて，承認プロセスの迅速化と大幅な時間とコストの節約がもたらされる可能性があることです．

算師®の仕組みについて簡単に説明します．ここでは11件の異なるデータソースが利用可能です．これらを算師®に取り込むと，それぞれのデータソースは暗号化され，複数のサーバに分割され，データが元のかたちで存在することはありません．研究者がそのデータにアクセスして統計分析を行う場合，データは1カ所に集められますが，復号化されることはなく，暗号化されたままの状態で分析されます．分析者が受け取るものはソースデータではなく出力データのみです．算師®がデータソースを元の状態のままにすることは決してなく，研究者が実際のデータに触れることはありません．これはトラストレスなセキュアマルチパーティ計算です[4]．

この能力がどんな新しい価値を生み出すことができるか，考えてみてください．これまで安全には実行できないと見なされてきた調査の可能性が開かれるのです．火災の影響に関するこのユースケースでは，建物や特定の電気器具の安全記録を確認できる新しい市民サービスを作成できます．また，初期対応者は火災による影響のスペクトルについてより多くを知り，最適な介入の選択肢を採用できます．消防士は彼らの訓練体制を改善でき，政府は防火政策と国民の意識を大幅に向上できます．このように，このユースケースは分かりやすく強力な一例でした．現在，特に医療政策や人口全体の介入において，算師®を活用するさらなるユースケースを模索しています．

まとめ

以上の例をもって，CICを作成した理由と，そこから得られたアウトプットを示しました．現在，海外のNTTグループ各社から，B2B2Xを使用して自社市場およびクライアントとの戦略的エンゲージメントを推進するNTT研究所と連動するためのテンプレートとして，CICモデルを使用することに関心が寄せられています．

冒頭の話に戻ると，当社クライアントやパートナーがOne NTTに求めるものやイノベーションの関係性（変革の加速による市場における差別化と優位の獲得や，パートナーシップを通じた新たな価値創造）について，クライアントとともに期待の高みへと向かい，学び，進化しています．

最後に，組織の変革とイノベーションのニーズについて考えるとき，真に1つとなった「One NTT」に皆様は何を望むでしょうか？　何が望めると思われますでしょうか？　すべてが1つになったとき，本当に想像以上のものが利用可能になることでしょう．

■参考文献

(1) https://www.dimensiondata.com/en/news/dimension-data-launchesfirst-client-innovation-centre-to-bring-cutting-edge-tech-down-under
(2) http://www8.cao.go.jp/cstp/english/basic/5thbasicplan.pdf
(3) Levin・Chessum・Mullins・吉橋・林：“消防士と地域社会の安全確保に向けて――FLAIM Trainer™とhitoe®の統合，” NTT技術ジャーナル，Vol.30，No.12，pp.12-15，2018.
(4) 北條・山口・西山・高橋・宮島・廣田・西田・橋本：“秘密計算システム 算師®の試用提供，” NTT技術ジャーナル，Vol.31，No.2，pp.19-22，2019.

デジタルディスラプションの時代をリードする

Marc Alba
everis

NTTデータのグループ企業であるeverisでは，65のメンバで構成されるチームが，ディスラプティブなアプローチによる既存企業向けソリューション作成に取り組んでいます．チームの半分はAI（人工知能）・機械学習・クラウドソーシング・ロボット工学・ブロックチェーンなどの技術の専門家で，残りの半分はデザイン・マーケティング・財務・法務などのビジネス分野の専門家です．本稿は2018年11月30日に開催されたNTT R&Dフォーラム2018（秋）における，everisチーフディスラプションオフィサーであるMarc Alba氏によるスピーチに基づき，デジタルディスラプションの重要性と，NTTグループによるディスラプションのイニシアティブ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の進化と成熟

はじめに，デジタルトランスフォーメーション（DX）の現在のすう勢，現在の立ち位置，私たちがどこから来て，どこに行くのか，おおよその状況をお伝えします．

■DXの第１波

2012年ごろ，社会はDXの第１波を迎えましたが，それはまさにソーシャルとモバイルがもたらしたものでした．「デジタル」は「ガラス」の中にある私たちの生活の一部となっています．「ガラス」とはつまり，画面のことです．携帯電話，タブレットやその種のデバイスを使用し，スクリーンを通して「デジタル」を体験しました．それはチャネル，接続，インタラクションなどで言い表せるものです．ソーシャル・モバイル・アナリティクス・クラウドを表すS-M-A-Cの４文字は，10年足らずで世界を一変させました．これは第３世代のモバイル通信（3G）および4Gによってつながれていました．この波は，Google，Amazon，Facebook，Apple，そしてSamsung，いわゆるGAFASの著しい成長をもたらしました．

■DXの第２波

約１～２年前，社会はDXの第２波を体験しました．その波をAI（人工知能）ファーストの世界と呼ぶことは，誰もが認めるところでしょう．すべての根本がチャネルおよびその使用方法に基づいていましたが，あるとき「デジタル」のコンセプトが突然「シリコ」に（ハードウェアに）戻ってきました．GPU（画像処理装置），FPGA（現場で構成可能な回路アレイ），そして特定用途向け集積回路などがそうです．ディープラーニングや機械学習に対し，十分な速さでAIを動作させるためのハードウェアを用意する必要があり，全く新しい世代の「インシリコ」のチップが作成されました．NVIDIAやXilinxのような企業は現在，GPUやFPGAへの取り組みを増大させています．

「デジタル」は新たなタイプの「シリコ」とマイクロコンピュータに移行し，今や「デジタル」は人間と機械の関係へと移行しています．私は米国のボストンに住んでいますが，そこで話題となっているものの１つはソーシャルAIです．それはつまり人間と機械の関係性で，ヒューマンロボティックイテレーション・デジタル共感・デジタル信頼など，新たな目玉となるものです．機械，つまりロボット（ソーシャルロボット・パーソナルロボット・サービスロボット）などのハードウェア，およびチャットボットやロボアドバイザーなど純粋にデジタルな存在と，人間の両方の関係性に対する私たちの研究は，人間がこれらの機械（広義におけるフィジタルとデジタルの両方）と非常に特別な関係を構築できることを証明しています．

私たちの研究では現在，子どもを対象としています．子どもたちは機械に対し非常に特別な共感を形成します．高齢者に対する研究も行っていますが，高齢者もまた機械と特別な関係を

築いていることは驚くべきことです．AIは，例えば機械と人間の対立など恐ろしさのイメージもある冷たいAIから，ソーシャルAIへと移行しています．それが第２の波であり，その実現を可能とした技術には，AI・ロボット工学・機械学習・IoT（Internet of Things）・エッジコンピューティングがあります．そして現在，4Gから5Gへの移行に差し掛かろうとしています．第１波では，４つの技術が世界を変えました．今は，上記５つの新技術がこれら４つの技術に追加されています．つまり，９つの技術が同時にすべての産業，すべての地域，そしてすべての社会を変えようとしている時代です．あらゆるビジネス，およびあらゆる業界を変化させる可能性を持つディスラプティブテクノロジが同時にこれだけの数存在することは，人類史上初めての経験です．

■DXの第３波

これから紹介するDXの第３波については，予測であり，間違っているかもしれませんし，正確であるかもしれません．「デジタル」の次なる大きな転換では，「デジタル」が３つの新しい領域に入ることになると私たちはみています．

⑴　フィジオのデジタル

第１の領域は「フィジオのデジタル」です．この意味するところは，3D（３次元）プリント，積層造形，デジタルファブリケーションなどです．あなたが「デジタル」で何かをつくる初めての経験です．「デジタル」を使って，手に触れることのできる物体をつくることができるようになったのです．

⑵　バイオのデジタル

第２の重要な領域は「バイオのデジタル」，つまり生体です．「デジタル」が生命として具現化するようになります．私たちの研究は部分的に，デジタル生物学・合成生物学・ゲノミクスに関連しています. 今後私たちの人体は，ソフトウェアによる同一のルールを持たせることができます．それは動物よりむしろ人体に適用できるもので，完全に別次元の変化です．まだ始まったばかりですが，2020～2022年ごろにかけて成長するはずです．

⑶　バーチャルのデジタル

第３の領域は「バーチャルのデジタル」です．これはVR（Virtual Reality）・AR（Augmented Reality）・MR（Mixed Reality）などを指します．これまでの限られた経験では，どういうわけかVRにはまだいくらかの誇張があることが示されていますが，2020～2022年までには，おそらくVRは現在の複雑な状況を克服できることでしょう．

DXの第３波は，物理的なモノとデジタル的なモノを組み合わせた造語で，「フィジタル」と呼ばれています．ここで起こっているのは「デジタル」の物体・人体・生体への浸透，および合成現実の出現です．

2020～2022年ごろに起こり，そして現在NTTで日々取り組んでいる主要な問題は，限界が近づきつつあるデータ負荷の増大に伴い発生するものです．ここでは量子コンピューティングと量子通信が非常に重要になるとともに，十分な計算能力を見出す必要があります．明らかであるのは，この第３波で5Gが離陸することです．5Gによって驚異的な能力を新たに得ることでしょう．

これら３つの波はすべて同じアイデアに基づいています．「デジタル」はウイルスに似ている, ということです．それは日常生活へ一層深く浸透していきます．その対象は人間でも，車でも，家でも，都市でも，スポーツでもあり得ます（図１）．「デジタル」の成熟段階においてこれらのさまざまな進化の項目をみると，共通のパターンがみえます．全項目のはじめには，何らかのかたちでつながり，ソーシャル化し，分析を内在させるための能力を増大させていく１つの実体があります．それはやがてインテリジェンスをプラグインして，よりスマートで自律的な存在になります．すべての項目は同じパターンをたどります．

これまでに提示した第３波についてのビジョンはすべて，私たち研究者が最善を尽くしたうえでの推測に過ぎません．この先何が起こるかは本当には分かりません．量子コンピューティングが何らかの理由で遅れた場合を想像してみてください．そして予想された結果のいずれかが変わったことを想像してみてください．明らかなことは，今後２，３年より後は何が起こるのか明確には分からないということです．これは大きな問題です．

この第１の障壁の根本的な問題は，私たち自身が想像できない世界に向けた準備です．仕事中のあなた，家族と一緒に家にいるあなた，人間としてのあなた．６年前，私と妻は初めての子どもに３つ子を授かりました．３年前の一番大きな問題は，この子たちをどの学校に入れるべきかということでした．なぜなら，ほとんどの学校はもはや存在しない世界を想定しているからです．それは，物事の暗記と計算スキルの発達が必要な世界であり，今では意義を失う一方です．私たちが必要なスキルについて考えるなら，それは変化し続ける能力, 変化に適応する能力，そしてほぼ無限のデータと情報の海から意味があるものとないもの，信頼で

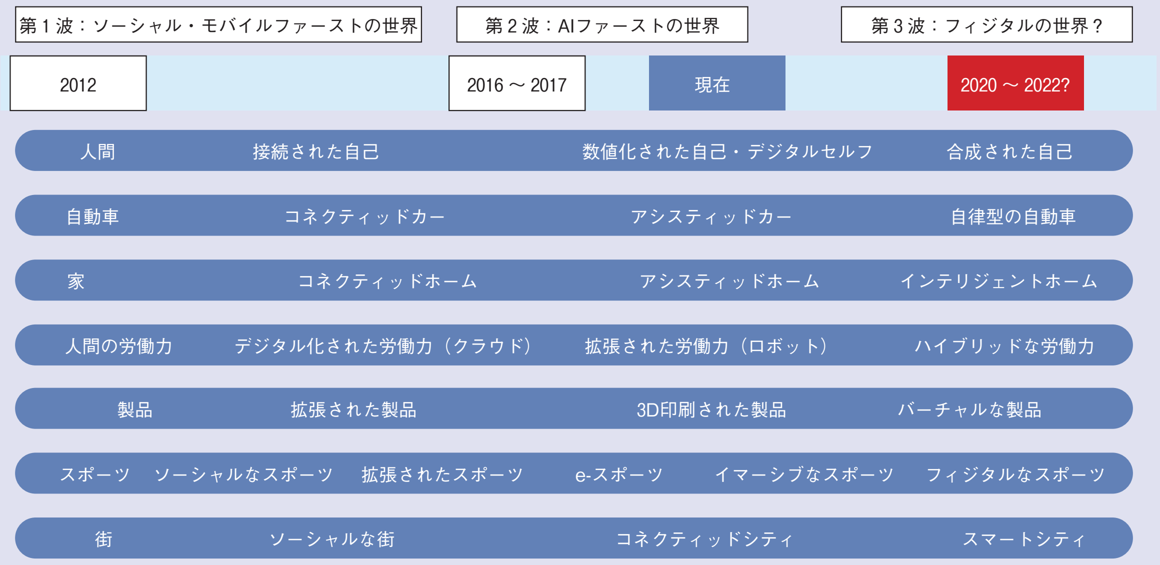


図１　「デジタル」による私たちの生活の変革：IoE（Internet of Everything）

きるものとそうでないものを判断する能力ではないでしょうか．従来の学校はその訓練は行っていません．ですから，私たちの日常生活を変えるあらゆる巨大な変化の背後には，いくつかの基本的な疑問があります．

デジタルディスラプション

明白なことは，この分野がディスラプションと呼ばれていることです．実は，ディスラプションという発想は大きく時代をさかのぼることができます．Joseph A. Schumpeterは1911年『The Theory of Economic Development』（経済発展の理論）と題する本を記し，創造的破壊について述べました．創造的破壊の背後にある発想は，その出現によりすべてを変化させる産業と新技術の存在です．何かを破壊して新しいモノを生み出すという手法は，ビジネスの運営と実行においては現在支配的になっています．このように，破壊やディスラプションは長い間存在しているのです．コンセプトそのものは，『The Innovator's Dilemma』（イノベーターのジレンマ）の著者Clayton M. Christensenによって1995年導入されたときまでさかのぼります．ただし，「デジタル」との組み合わせによるディスラプションは，全く新しい次元のものです．このことについてお伝えします．

これから提示する事実の一部は，非常に恐ろしいものと感じられるかもしれません．しかし私が伝えようとしているメッセージは全く逆のものです．恐ろしさの背後にあるメッセージは，実は非常にポジティブです．その活用法を知る人には，膨大なチャンスがあります．

企業の寿命は減少しています．大企業であることはかつて競争上の優位性でしたが，いまやかつての回復力は失われています．2011年１月から2016年７月までの５年半で，ユニコーン企業の数は大幅に増加しました．ユニコーン企業とは，どこからともなく現れたようでありながら，単独で10億米ドルを超える株価を持つ企業です．これらの企業はすべて市場の新参者でありつつ，業界に改革をもたらしています．付け加えると，３年から５年前をみると，ユニコーン企業の多くは米国に集中していました．世界はますます平坦化しています．誰でもどこにでも新たなディスラプティブ企業をつくることができます．プレイヤが増えるほど民主化は進展します．

考慮すべきもう１つの興味深い要素は，技術寡占のコンセプトです．これはApple・Google・Microsoft・Amazon・Facebookについてのことです．これらの企業は，多様な市場で競争するためのエコシステムを有しています．当初これらの企業は自社の中核技術に集中していましたが，現在は小売・ヘルスケア・決済の分野に参入しています．加えて，スタートアップ企業を取り込み，あらゆる分野や業界を揺り動かしています．ビジネスエコシステムのディスラプション以外では，政治や社会システムなど他分野におけるさまざまなディスラプションもあります．

ここでお伝えしたいことは，これら

を複雑なものごとを脅威と見なすばかりではいけないということです．脅威であることは間違いありませんが，大きな脅威の背後に大きなチャンスを見出すこともできます．脅威はイノベーションのようなものではありませんが，より密接にディスラプションとつながっています．

イノベーションとディスラプションの主な違いについて説明してみましょう．自動車を例に挙げてお話しします．イノベーションにおいては，「自動車を改善したい」というのが基本的な原理です．起点となるのは自動車です．マインドセットは車に固定されてバイアスを帯びるため，より良い車をつくり出すことに終始することでしょう．ディスラプションにおいては，「私は自動車を改善したい」ということはありません．代わりに「人と物はいつでもどこでも動き回る必要がある」と表現するでしょう．それはHyperloop・Waymo・Tesla・Wazeなどに続く新しい何かを創造する，さまざまなアプローチへと導きます．イノベーションにおいては，発想の基本は既存のソリューションを取り上げて，それを改良することです．ディスラプションにおいては，発想の基本は問題を取り上げて，さまざまな解決策を見つけ出すことです．数年前にはなかった今の大きな問題は，変化のスピードの速さです．技術が次々と導入され，私たちはますます多くの能力を獲得しています．イノベーションが多数のディスラプションと結合して新たな問題解決の方法が生み出されれば，誰もが数年で市場の支配的な地位に立つことだってできます．全く異なるように見える2～3のテクノロジをかけ合わせることから，IoTとAIとブロックチェーンとクラウドのような大きなディスラプションが生まれる可能性もあります．

NTT DATAおよびNTTによるディスラプション

私たちがNTTグループとして販売，構築しているものを**図2**に示します．このプラットフォームを，グループ全体として有するすべての能力をつなぎ合わせるものとしてつくっています．NTT研究開発の各研究所・グループ企業全社・ネットワーク・イノベーションセンタ・デザインスタジオをエコシステムでつなぎ，さらにスタートアップ・クラウドソーシング・学術界とつないでいます．NTTグループで構築しているのは，ディスラプティブなマインドセットとディスラプティブなアプローチを適用して問題に対処し，全く異なるソリューションを生み出すための工場です．

現在20の分野に取り組んでいます．

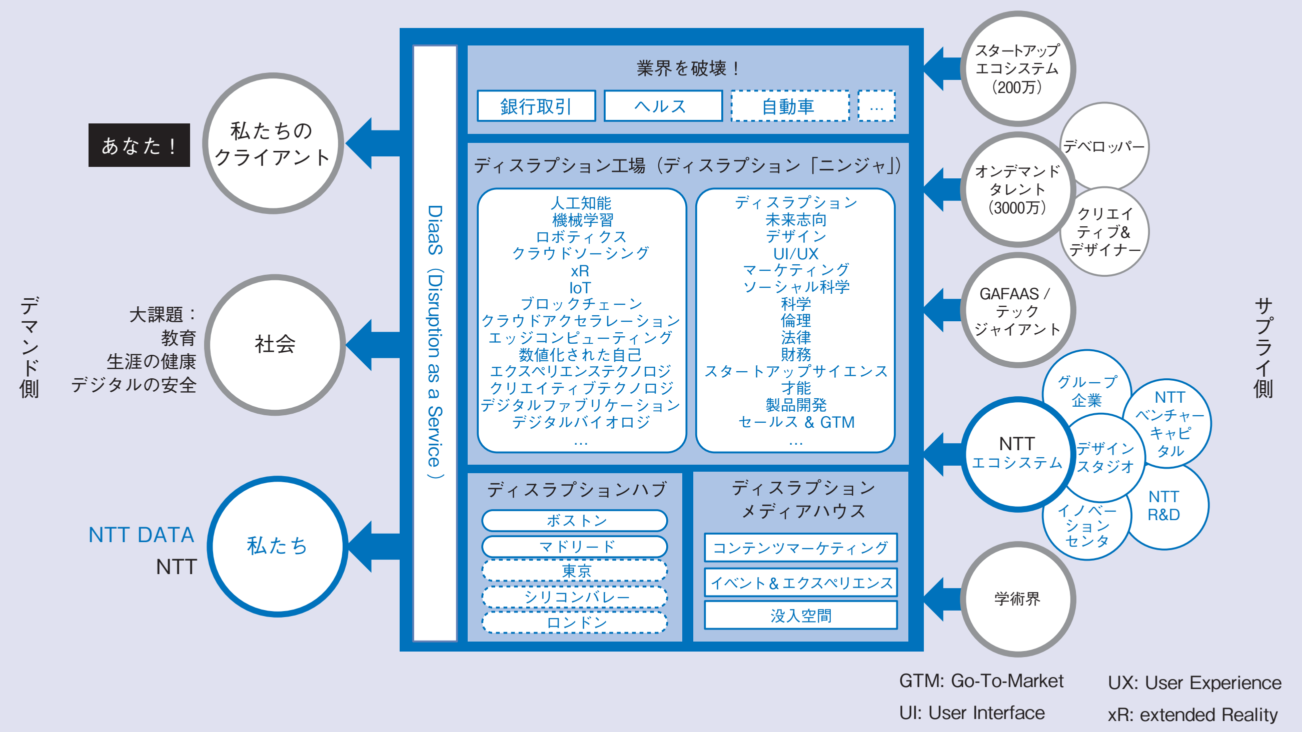
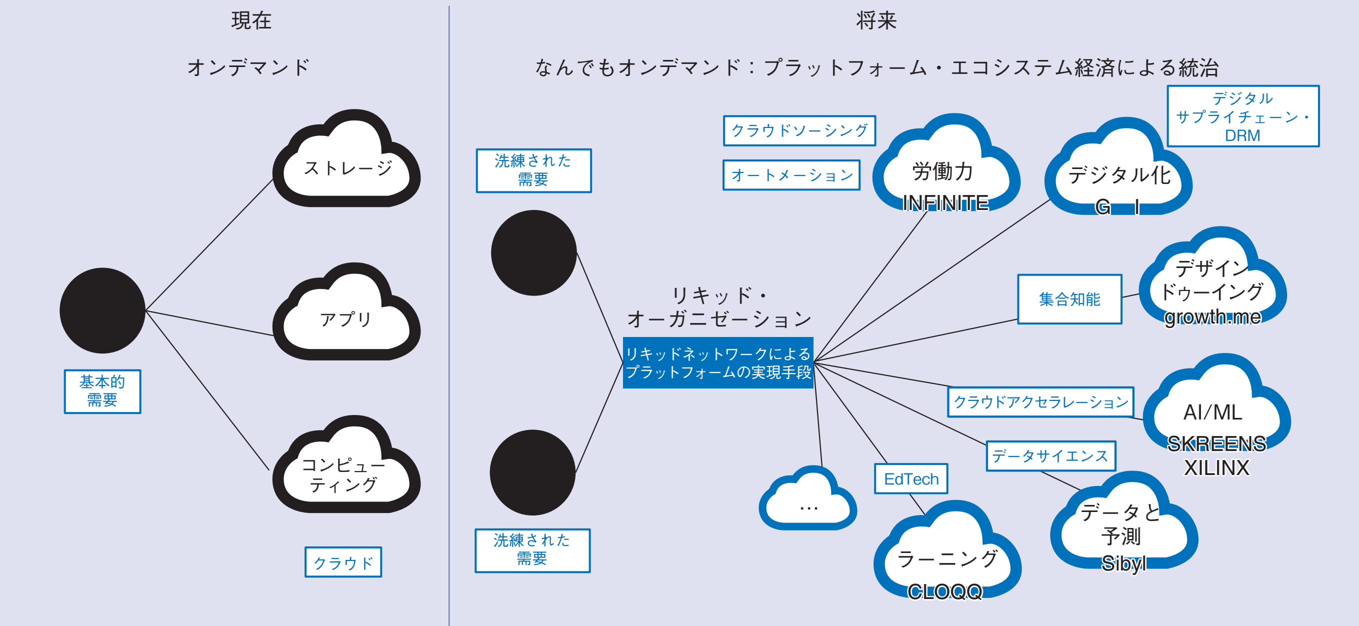


図2　NTT DATAおよびNTTによるディスラプション

私たちが解決しようとしている複雑な課題の類型をいくつか選んで紹介します．

図3に示すように，すべての業務用サービスがクラウドに移行しています．これは，ストレージ・アプリ・コンピューティングのいずれかに属します．今私たちが注目しているのは，企業が必要とするあらゆるものはオンデマンドシステムに移行できる，という新しい大規模なトレンドです．これは「リキッド・オーガニゼーション」と呼ばれるものです．誰もが何も，従業員さえ持たなくても，1個の企業をつくることができます．ここに掲載したものはすべて私たちのつくった製品です．このソリューションは基本的に，クラウドソーシングの利用により従業員を雇用することなく成り立ちます．また，このプラットフォームはクリエイティブエージェンシーやマーケティングエージェンシーを雇うことなく，あらゆるデジタルコンテンツを作成できます．これはまさに「クラウド化」のコンセプトの実現の過程です．企業が，ナレッジ・データ・AIからサービスとして必要とするすべての資産は，例外なくクラウドにプッシュされます．これがまさに私たちの取り組みのコンセプトです．

現在取り組んでいるもう1つの分野は，非常に戦略的でかつ興味深いものです．**図4**の左側は，現在の消費者のハイテク巨人とのすべてのインタラクションをモデル化したものです．私たちは消費者データ・生産者データ・財務データ・ソーシャルデータ・健康データなど，大量のデータを生み出しています．ここに挙げるプレイヤはすべて，取得したデータを何らかのかたちで運用に活用しています．良いサービスを受けられることは幸せですが，しかしその根底を支えるモデルは完全に非対称形です．1人ひとりがデータを所有し，データを生み出していますが，これらのサービスプロバイダやプラットフォーマの手にみすみす陥っているのです．私たちが構築しようとしているのは，全く新しいモデルです．つまり，消費者である自身が「データを所有する」「データを管理する」「データを収益化する」ということです．これに従い，一連の新たなエージェント（図の中央）を作成しています．最初に，自身のデータを自動的に入力する安全なデジタルIDのコンセプトを作成します．次に，「デジタルセルフ」のアプローチを作成します．これはデジタルによる複製といえるものです．チャットボットなどではなく，はるかに凌駕するものです．データの操作は自身のインタラクション，自身の知性により行われるようになります．各ユーザが各プレイヤと対話する現在のモデルから，各プレイヤとやり取りするデジタルメディエータが存在するというモデルに移行し，最終的には自身の



DRM: Digital Rights Manaegment

図3　「オンデマンド」から「なんでもオンデマンド」へ

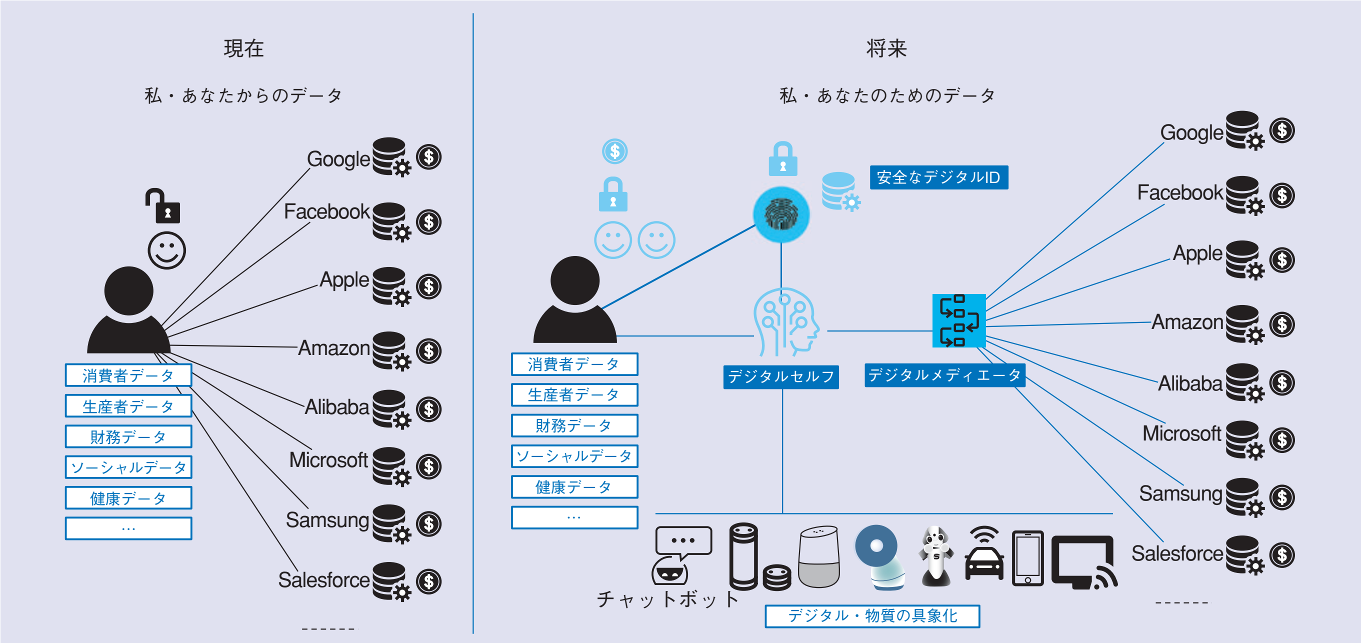


図４　「私・あなたからのデータ」から「私・あなたのためのデータ」へ

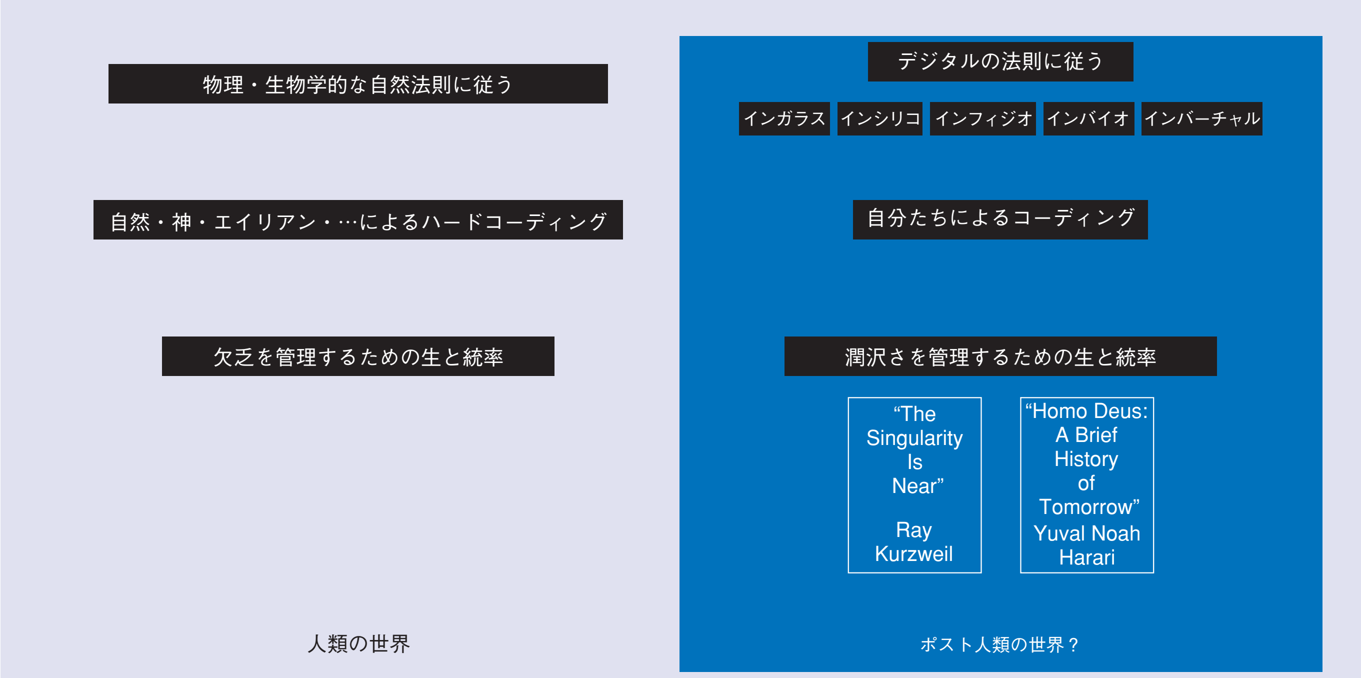


図５　欠乏から潤沢さへ

データ投資に対するリターンを実現するための新しいビジネスモデルを作成しようとしています．

欠乏から潤沢さへ

次は何が到来するのでしょう？分かる人がいるとも思いません．これは私の最善を尽くしたうえでの推測に過ぎませんが，長い時間をかけて欠乏から潤沢さへと我々の社会は移行しています（**図５**）．すべてのデジタルルール，あらゆるものの中のすべての物理的オブジェクトがいったんプラグインされると，突然制限がなくなり，人間にハードコードされた項目を持たなくなり，地球上のあらゆるものをコーディングできるようになります．Ray Kurzweilの著

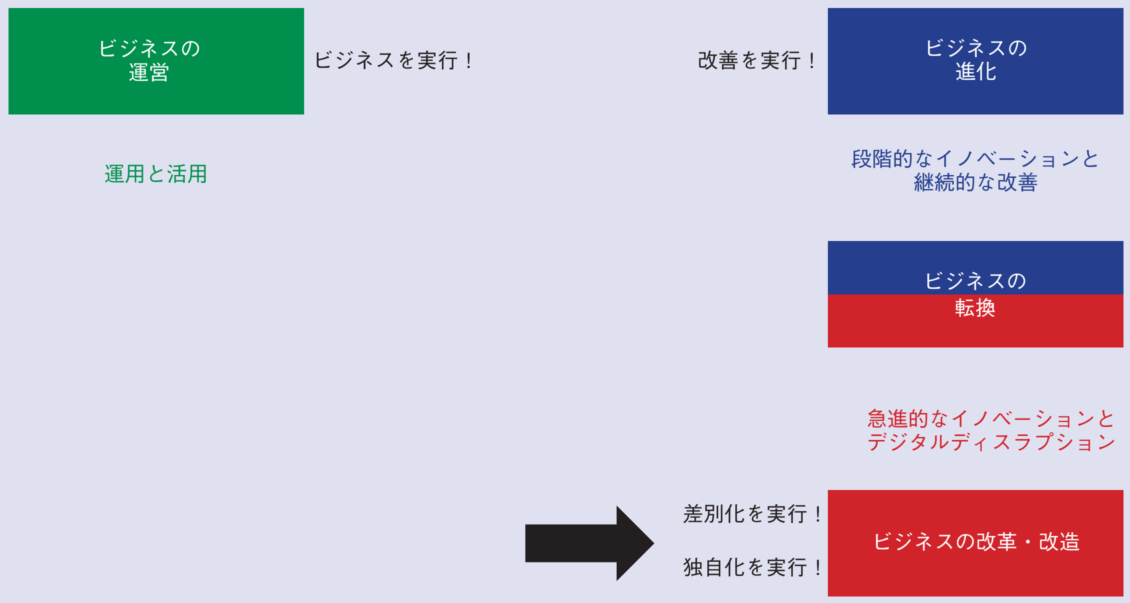


図6　両手効きのリーダシップ

作『The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology』（シンギュラリティは近い―人類が生命を超越するとき）を読むことを強くお勧めします．とても良い参考資料となります．2045年にはシンギュラリティ（特異点）が始まり，さまざまなことが変化します．すべての背後にあるコンセプトを理解することが絶対に必要になります．おそらく，人間としての自身からポストヒューマンとしての自身への進化に関することです．それは長期にわたるでしょう．

良いニュースとしては，長期的にみて，ディスラプションは今後ますます重要になることでしょう．変化の狂乱が一層大規模に，はるかに速くなるからです．

このアイデアはとても重要で，両手効きです（**図6**）．皆さんの企業，またはビジネスや組織のいずれかにおいて，これらの3つの次元を当てはめてみましょう．ビジネスの運営は非常に重要です．これができなければ企業体は死んでしまいます．ビジネスの進化もまた重要です．より防御的な戦略が得られるようになるでしょう．しかし改革は，新たなビジネスを生むために自身のビジネスの息の根を止めることにもなるのです．ビジネスの改造はディスラプションを意味し，ディスラプティブなイノベーションも非常に重要です．

大きな成功を収めている大企業に属することは，今後大きなアドバンテージにはなりません．新しく学ぶためには，学んだことを捨て去ることも必要です．ソクラテスは「私が知るすべては，なにも知らざることなり」と言いました．謙虚であることはとても大切です．子どもたちの視線で世界を見てみましょう．それが格言の裏側に隠された意味なのではないでしょうか．

塚田信吾　NTT物性科学基礎研究所　フェロー

スイングバイモデルで自らを取り巻く環境を力に変えていく

65歳以上の高齢者が25%を超える超高齢化社会，日本．疾病の早期発見，在宅高齢者の見守りなどのニーズが高まる中，高精度な生体信号計測と生体情報処理基盤の確立が急がれます．一方で，社会はグローバル化が加速度的に進んでいます．このような時代においてどのようなスタンスで研究に臨むべきかNTT物性科学基礎研究所塚田信吾フェローに伺いました．

元臨床医の視点と見識で，医学的診断，健康増進，そしてスポーツ分野へ挑む

●現在，手掛けていらっしゃる研究について教えてください．

現在の私の研究は，医学的な診断や治療，スポーツおよび健康増進，それから安全管理や見守りの3つの分野への，Sensing Fabric“hitoe®”の応用です．

私は臨床医としての経験から，治すことの難しい病気の治療に役立つ技術と，病気をより早く見つける技術の必要性を痛感し，それらをテーマにした基礎研究に携わってきました．その過程で，体の中の微弱な信号を電子回路につなぐ目的で使用される「生体電極」に着目する中で，当時NTT物性科学基礎研究所で研究されていた導電性高分子のPEDOT-PSSがそれに適すると考えました．PEDOT-PSSは水に濡れると非常にもろい素材であるため，水分が多い環境で利用される生体電極ではこれが大きな障壁となって立ちはだかります．そこで，外科手術用の絹の縫合糸にPEDOT-PSSをコーティングすることでこの課題を克服し，生体電極として利用できるようになりました．その後，東レ株式会社と共同で，絹の繊維を繊維径700 nmのポリエステルナノファイバに置き換えて，Sensing Fabric hitoe®として開発・実用化しました．

hitoe®が実用化されたとはいえ，そこで研究は終わりというわけではなく，それを普及させていくことで世の中の役に立つようになります．そのためにはビジネスとして成り立つことも必要です．hitoe®が開発されたころから，心拍を測定できるスマートウオッチ等，類似の機能を持ったウェアラブル製品が次々と登場してきました．これらは簡易な心拍測定器として，一気に普及しました．一方，日常の生活や運動中の計測ではデータの歪み，欠損や雑音が増える傾向があるのですが，心電図などの医学検査に用いるためには非常に高い精度が要求されます．このような一般のウェアラブル製品では対応の難しい，高精度な測定が必要とされる分野は hitoe®の活躍する領域です．現在，医療機関をはじめさまざまなパートナーと協働して，医療，スポーツ・健康増進，安全管理や見守りの3分野へのhitoe®の応用を通して普及を図ることに注力しています．特にスポーツ分野は2020年に向けた選手強化が進められており，hitoe®の活用が期待されます．

●北米のフォーミュラーレースの最高峰，インディーカーレースでドライバーの生体信号の測定に挑まれたと伺いました．

最初にレーシングドライバーのバイタルデータを測りたいという話が持ち上がったときは，インディーカーレースのシーズン開始半年前でした．インディーカーレースが過酷な環境の中で行われることも知らず，車載に必要な情報もなく全くの手探り状態でした．ほかの仕事の合間をぬって研究用の試作品を基に手づくりしたのですが，とても間に合いそうもない状況でした．耐火ウェアへの特殊加工，配線からトランスミッタまで自分でできることはすべて直接手掛けました．最終的には現地へ行って確認するしかなくなり，インディアナポリスへ向かったのですが，往路の国際線の飛行機の中でも，ドライバーに着用してもらうウェアラブルセンサの縫物をしました．現地では超有名ドライバーのトニーカナーンや優秀なエンジニアたちの協力を得

ることができました．さらに現地でなければ分からない貴重な情報も得られました．その後も試行錯誤の連続でしたが，何とか本番のレースに間に合わせることができました. 各関係者の担当する専門領域が, ジグソーパズルのピースがはまるように上手に組み合わさって，プロジェクトを遂行することができたのが成功の大きな要因です．正直，このメンバーがそろっていなかったら実現しなかったかもしれません（**図 1**）．技術水準もスケジュールも厳しいものでしたが，素晴らしい連係プレーでした．この経験を活かして他のレースの計測にも臨んだのですが，私たちの技術を見てその出来栄えに驚いていたそうです．

　このような経験を通して再認識したことは，現場に出向いてモノづくりを自ら直接手掛けることの大切さです．モノづくりは丸投げしてしまうと途端に実体感の乏しいバーチャルな世界になってしまいます．協力会社をはじめ，工場の誰かが必ず汗を流していますし，プログラムも誰かがコーディングし，バグを解決しているのです．できる限り実際の作業に携わればその苦労も分かりますし，研究そのものに実感が湧きます．私は不器用なのか楽をしようとすると途端に失敗が多くなる傾向があるので，必然的に試行錯誤するわけですが，試行錯誤すればどんなことに時間がかかるか分かるし，失敗した場合その理由も分かります．

学際領域での活動は当たり前．グローバル社会で自分の力量を常に確認

●従来の研究スタイルから世界が大きく変わったと認識されているのですね．

　研究と，研究を取り巻く環境は，20世紀と21世紀ではフレームワークが大きく変わりました．この変化に対応できる方は今後，活躍のチャンスが増えるかもしれません．20世紀初頭から中盤にかけての科学の研究の様子を振り返ると，各分野の初期の重要な仕事は，ごく一握りの専門家によってなされたものが多かったようです．その後20世紀の後半にかけては応用研究，開発が主体となり，それ

図 1　インディーカーレースhitoe®プロジェクト初期メンバーとドライバーの生体信号計測

に携わる人の数も増え，並行して情報も爆発的に増えました．特定領域のごく少数のスペシャリストが専門分野をリードする時代から，多数の研究者の連携によって得られる圧倒的な数と量の情報がリードする時代，情報そのものが力を持つ時代へと様変わりしています．こうした情報爆発に対して，機械学習に代表される大量のデータを扱う信号処理が格段に進歩し，さまざまな分野で変革が起きつつあります．それと同時に，学際領域の研究も国際的に想像以上のスピードで進んでいます．これまでのような1つの専門領域に絞って一貫した研究を続けるスタイルも良いのですが，研究を取り巻く環境も時代とともに変化しており，1つの分野，特定の対象に限った研究を長期間継続することは難しくなってきたように感じられることがあります．そのような時代ですから，時々自分の専門領域を超えるテーマを学んだり，異分野交流により外部の状況を知ることも大切ではないかと思います．研究領域を広げて，複数の領域にまたがった仕事をすることが当たり前になりつつあるのではないでしょうか．

●研究者自身の意識改革も求められていそうですね．

昨今のグローバル化の著しい環境の中でのモノづくりは，研究者にとって厳しいものだと肌で感じています．hitoe®を発表した直後に世界的にウェアラブルセンサ類が次々と出現し，hitoe®に似たものも多数現れました．しかも，またたく間にウェアラブルセンサのブームは去り，淘汰の時代に入っています．何か1つのブレークスルー，研究成果が注目されると，それに寄せてライバルが，場合によっては世界中から挑戦者が現れる，それがグローバル化した現代です．

今後のイノベーションは，既存の価値観を変化させるようなインパクトのあるものが求められるようになるかもしれません．少し便利なものができましたという改善レベルでは社会は振り向いてくれません．しかも，苦労して新しい技術を世に出しても，すべて成功するとは限りません．社会に定着させ，安定した収益を得るには複数のハードルがあります．ライバルの出現や技術のコモディティ化の著しい中で，我々はhitoe®でしかできないことを中心に研究開発を進めています．例えば，藤田医科大学とリハビリテーションにhitoe®応用するプロジェクトを進めています（**図2**）．入院中の患者さんの活動量や心拍数から運動負荷や回復の状況をモニタリングしています．健康な若い人のモニタリングと比較すると，高齢な入院患者さんは脈拍の信号が小さく，一般的な光学式の脈波計では測定が難しい場合があります．一方リハビリテーションの評価指標にするためには，正確な値が求められます．こうした厳しい条件では心電位から心拍数を計るhitoe®の長所が活かされます．専門家の期待にこたえる性能を備え，かつ，着用する人が利便性を感じるものでないと成り立ちません．このような理由から現在hitoe®は，その特長を活かす専門領域に最適化させるフェーズに入っています．

グローバル化によるスピードの速さや競争の激しさは本当に研究者泣かせです．私自身，留学したときに痛感したことですが，研究はまさに「グローバルなプロ社会」であって，2020年に東京で世界の選手がしのぎを削るように，研究のプロたちが世界を舞台に競い合う世界なのですね．自分を鍛え，環境を整え，勝利するために必要な条件をそろえる必要があります．一方，日本の研究者は欧米の研究者のスピード感のある研究スタイルからかけ離れているように感じられるときもあります．自分の関係する研究領域のトピックスだけでなく，研究を取り巻く環境や社会の変化を注視していない研究者もおられるのではないかと思われます．自分がグローバルな環境の中でどのあたりに位置しているのか，時々客観的な尺度で評価したほうが良いのではないでしょうか．私自身この必要性を感じ，確認するようにしています．単に論文成果や知識量だけではなく，スキル，研究スタイル，研究に対するフィロソフィーを含めた総合的な評価です．特に日本人が注意したほうが良い点は，時間や期限に関する意識，仕事の効率に関する意識です．研究活動を含め，日本人は諸外国と比べると期限設定があいまいで，時間制限を設けずに延々と作業することが意外に多いのではないでしょうか．重要な節目までにしっかり完成させる意識に欠け，まだ次があるから，明日があるからなんとかなると漠然と過ごしているように感じられることがあります．

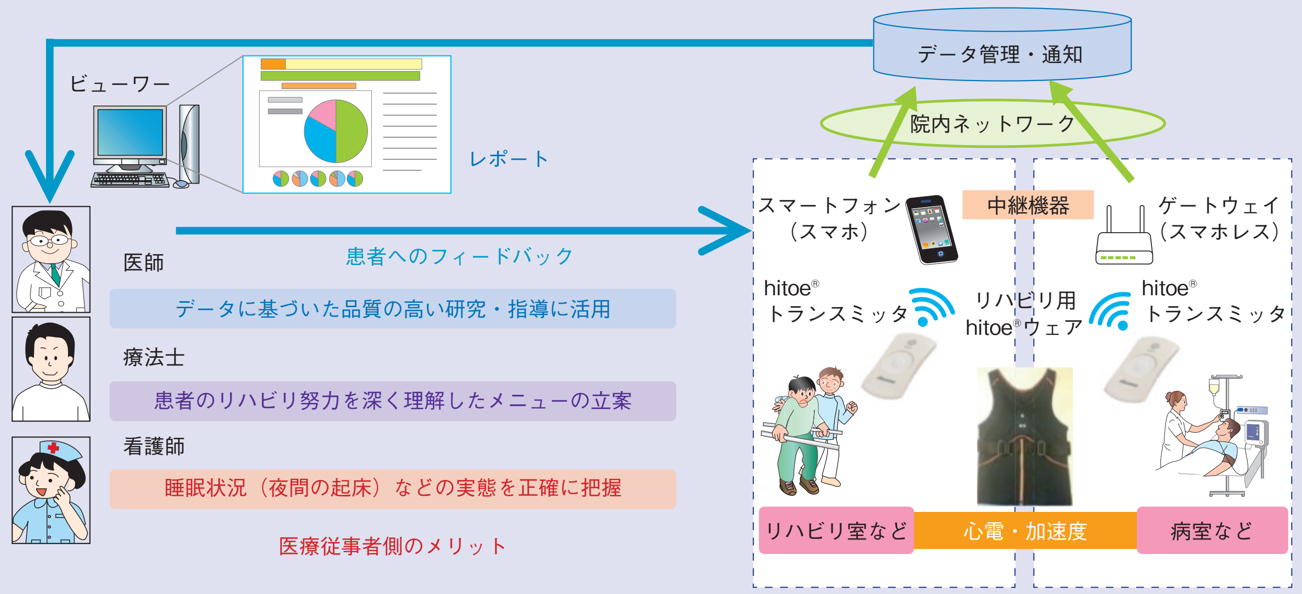


図 2　リハビリ支援向け活動推定・データ中継技術

「便利なおじさん」だからこそ聞ける本音．人に会い，街に出よう

●このような大変革に，どのような意識で臨まれているのですか．

私は自分自身の時間感覚の鈍さを意識したうえで，できるだけスピード感を持って臨もうとしています．自分が意識していても，他の人が同じ意識を持っているとは限りません．スポーツ競技と同様，大会の前や終わった後にいくら良い結果を出しても評価にはつながりませんから，重要な節目に照準を合わせて結果を出していくことが大切です．常に時間に関する課題意識を持って，できる限り最短で仕上げていくという姿勢で臨んでいます．

私は不器用ですから回り道するほうだと思います．しばしば時間を無駄にしますが，集中して効率的に作業をするにはどうしたら良いか意識するようにしています．そして，何よりもまず実行に移すことが大切だと考えています．アジャイル開発というのでしょうか，最初から仕様を完全に固めるのではなく，研究開発活動を進めながら技術と仕様も含めてお客さまの要望に近づけていくようにしています．医療に例えると，初診の救急患者さんへの対応に近いかもしれません．通常の診療では，治療経過や検査結果があり，計画的に診断治療ができますが，救急搬送の場合は，限られた情報や検査値から即座に判断しなければなりません．時には緊急の手術を要することもあり，臨機応変に対応する必要があります．研究開発においても，出来るだけ現場に行って，直接担当者やお客さまに会い，真のニーズを聞き出し，必要な技術を集めて迅速に研究開発をスタートしたいと考えています．

そして，現場でただ要望を聞くだけではなくて，多様な要求に速やかにこたえられるように普段から技術や知識，ツールの引き出しをできるだけ増やすように努力しています．あまりやり過ぎると収拾がつかなくなり，自分が何者か分からなくなるのですが．

お客さまからは「便利なおじさん」のように見られてい

るかもしれません．よろず屋のほうが気兼ねなく率直な話ができて，より多くの情報が集められ，また現場で得た刺激から，新しいアイデアも湧いてくると思うのです．また市井のニーズを集める作業と並行して，マッチするシーズや専門的知識を有する担当者を同席させて，分担協力しながら開発に取り組むのです．テーマごとにその専門家と連携して取り組めば，より多くの分野の人とかかわることになり，大きな仕事になります．お客さまからご相談を受けた以上は責任を持って取り組みたいと思っています．時々「便利なおじさん」をやり過ぎてしまって自分の仕事量の限界を超えてしまうこともありますが，休息を取り，一研究者として対象を科学的に探求する時間もできるだけ確保するように心掛けています．

スイングバイモデルなら発展できる方向に軌道修正し加速できる

●今後はどのように研究活動をされますか．

夢が2つあります．1つは先端的な医療機器や安全機器の開発です．専門家から評価されるようなプロダクトを実現したいという思いがあります．例えば，もっとも難しい医療機器の1つである心臓ペースメーカー用の新しい電極，現在はほとんどが外国製ですが，これを日本発の技術で実現したいです．もう1つは，病気になる前兆，深刻な予兆を検出することに挑みたいと思っています．第1段階のセンシングの技術はほぼ目標をクリアしましたが，第2段階の信号処理は大変難しいもので，現段階では苦戦していますが，楽しみながら新しい手法に果敢に挑んでいます．

●若い研究者の皆さんに一言お願いいたします．

まずは基礎体力をつけることです．自分の専門領域をしっかりと基礎から築き上げておくことが重要だと思います．例えば情報科学でしたら，流行の機械学習の背後にある数学や統計学や神経科学の基礎を学び，実践でその知識を活かしてこそ，その妥当性を正しく評価することができると思います．物事を正しくとらえ，分析し，応用し，構築できる，しっかりとした基礎体力をつけて，現場での経験を積んでいただきたいです．そして，もう1つはグローバルな尺度で自分のポジションを把握することです．私自身の戒めでもありますが，客観的かつ国際的な評価を定期的に受けることは，本当に厳しいことですが必要です．そのために，論文を書いたり，学会で発表したり，研究者どうしの交流を深めてほしいですね．こうした活動を国境を越えて展開することが容易な時代なのですから，英語の上手い下手に関係なく，こちらから出掛けていって交流を深めてほしいです．

余談になりますが，私は小惑星探査機「はやぶさ」等に興味があります．日本の「はやぶさ」をはじめNASA等の多くの惑星探査機は「スイングバイ」を利用して目的の惑星に向かっています．この「スイングバイ」とは，探査機等が太陽系を周回しながらある惑星に近づき，惑星の重力と運動を利用して加速しながら軌道を変え，それを繰り返すことによって，より少ないエネルギーで目的の惑星に到達する航法です．実は研究開発も，この「スイングバイ」と同じようなことをしているのではないかと思い，「スイングバイモデル」と名付けました．研究テーマであるシーズ＝小型人工衛星がニーズ＝惑星の引力圏に近づいたとき，軌道を惑星（ニーズ）に向けると，引力（ニーズ）に引きつけられて開発は加速し，軌道修正（開発の方向性の決定）ができます．スイングバイを繰り返すことで，さらに速度を増し，経験値を高めることもできます．最初は速度が遅くて自力で達することのできないような遠い目的地も，近くの惑星に接近するチャンスを活かして，勇気を持ってニーズ（惑星）に向かって一歩踏み出せば，「スイングバイ」により加速し，貴重な経験（運動エネルギー）を得て，遠くまで飛ぶチャンスを得ることができるのではないかと思います．

もしも，最初のアクションが起こせないと悩む人がいたら，まずは自分で小規模に試してみることです．あるいは勇気がないのであれば，趣味としてたしなむのです．自分の好きなことをプライベートタイムに試してみるのです．私も現在，生体信号処理の方法を模索中です．専門の先生から見たら非常にゆっくりしたペースだと思いますが，高校，大学生向けの教科書などを読みながら自分の領域外の知識を増やして楽しんでいます．電子部品や手芸材料を買い集めて自分で工作するのも楽しいですね．ちょっとした冒険心が最初の一歩につながるのではないでしょうか．

NTTメディアサプライ株式会社

http://www.nttms.co.jp/

NTTMEDIAS

DoCANVASを基盤にしたスマートマンションプラットフォームでステークホルダーの課題解決をめざす

NTTメディアサプライ　高橋寛社長

NTTメディアサプライは集合住宅向けのインターネット接続サービスや店舗向けのWi-Fiサービスを提供している．競争が激しくなる中，新たに「スマートマンションプラットフォーム」で集合住宅のステークホルダーである入居者様・管理会社様・オーナー様の利便性向上や業務効率化をめざす．新規事業に至った事業環境や経営戦略について高橋寛社長に伺った．

NTTグループの総合力とグループ会社の機動力を活かしてサービスを提供

◆設立の背景をお聞かせください．

NTTメディアサプライは，1985年にキャプテンシステムの画像の企画や制作を目的に，NTT中国メディアサプライというかたちで広島県に誕生し，1999年に現在のNTTメディアサプライに社名変更，2003年に本社を大阪に移転しました．現在はNTT西日本グループの一員として西日本エリアを中心に，マンション等集合住宅向けのインターネット接続サービスや店舗向けのWi-Fiサービスを提供しています．

◆事業概要について教えてください．

大きく２つの事業を行っています．１番目は集合住宅向けインターネット接続サービス「DoCANVAS」を中心とした，集合住宅トータルサポート事業です．DoCANVASでは，通常のインターネット利用のほか，スマートフォンやタブレットのトラフィックのオフロードとして使っていただくという目的でマンションの各部屋までを有線でつないで，部屋の中にWi-Fi環境を構築します．Wi-Fiのところまでを当社がレンタルで提供させていただいており，入居者様はスマートフォンやタブレットで使われるのが主流になってきています．基本的にはプロバイダをバンドルしたかたちで提供しているため，DoCANVASを利用していただくと，入居者様はお部屋に入ったらその日からWi-Fiを使える環境を提供しています．Wi-Fiだけでなくネットワークカメラや宅配ボックスといった利便性を向上させるためのサービスにも取り組んでいます．

２番目は店舗向けWi-Fiサービス「DoSPOT」を中心とした，地域社会活性化支援事業です．DoSPOTは，基本的には飲食店や理美容店向けのサービスで，お客さまが来店して，しばらく滞在されるような店舗の中でWi-Fiが使えるような環境を提供しています．Wi-Fiを提供するだけではなく，お客さまが使われたとき，いろいろなデータが蓄積されるので，そのログを分析してお客さまの動線の分析や，店舗向けの音楽配信サービス・コミック配信サービスといった付加サービスも提供しています．また，Wi-Fi整備に関しては自治体様からもお引き合いいただいており，地域の名前を冠したかたちにカスタマイズした，ご当地Wi-Fiの構築も行っています．DoSPOTの利用は通常では１日のうち15分を４回までという制限がありますが，災害が起こったエリアでは制限を解除するといったことも可能です．こういった災害時の対応という面からも自治体様からは評価いただいています．

◆貴社の強みについて教えてください．

まず，DoCANVASは約14万戸，DoSPOTは約4万アクセスポイントという多くのお客さまにご利用いただいており，それらの顧客基盤そのものが当社の強みとなっています．なかでもDoCANVASについては，2001年から集合住宅向けのインターネット接続サービスを提供させていただいており，競合他社に比べ提供実績が長く，サービスの販売・構築・運用ノウハウだけでなく，入居者様や管理会社様の業務・課題ノウハウも蓄積されています．実際，契約期間が6年以上と長期であることに加え，契約期間満了後も9割以上の方に継続してご利用いただいており，お客さまと強固な関係性を維持できています．当社としても末永くお付き合いいただくことによって，オーナー様や管理会社様が抱える課題をタイムリーにとらえることがで

き，その解決のお手伝いをさせていただく多くの機会に恵まれていますし，加えて，新たなサービスを生み出すことにもつながっています．

また，当社はNTT西日本グループの会社であり，他のグループ会社との連携により，包括的にお客さまへサービス，バリューを提供できるという強みを持っています．子会社ならではの機動力もあり，設立からさまざまな事業への取り組みを繰り返し今日に至っているように，私たちは80人というコンパクトな組織で小回りが利くことなど，いろいろ決めていく中でも，フラットな体制でスピード感を持ってやっており，リスクを考慮しながら，外部企業とのアライアンスやサービス提供を迅速に意思決定できる強みがあります．

そして，サービス提供に必要な要素，機能をNTT西日本のグループ総合力を活かして調達する仕組み，関係性を持っています．例えばDoCANVASに何か不具合が生じたときには，駆けつけ対応が必要な場合がありますが，これをNTT西日本グループのNTTフィールドテクノにお願いしています．NTTフィールドテクノは各地に技術者のいる拠点を持っているので，迅速な対応ができます．ほかには同じくNTT西日本グループのテルウェル西日本はビルやマンションのマネジメントサービスを提供しており，NTT西日本アセット・プランニングは不動産利活用事業を展開しています．このように，グループには当社にない強みを持っている会社があるので，それらをまとめて提供できることも当社の強みだと思っています．

ステークホルダーの課題を解決する スマートマンションプラットフォーム

◆事業環境や経営戦略についてお聞かせください．

集合住宅向けインターネット接続サービスの業界も競争が激しくなってきており，特にここ数年は料金競争の側面が強くなってきています．また，いったん契約されればチャーン（契約先変更）されることはあまりないので，ある意味安定はしており契約数そのものも少しずつ増えてきていますが，逆にこのままではこの先の大きな収益増も期待できません．

DoCANVASは集合住宅の入居者様向けのサービスではありますが，集合住宅オーナー様や管理会社様とも深い関係があり，この３者あるいは生活圏としての周辺の店舗等も含めてバリューを提供していくことで，ビジネスを拡大していこうと考えています．現在は入居者様向けにインターネット接続以外に，スマートロックやルームセキュリティ，ネットワークカメラ，宅配ボックスなど，集合住宅生活を便利にするサービスを提供させていただいていますが，それぞれのサービスは単体で機能する仕様になっています．これらのサービスやデバイスを追加・連携させ，さらにバリューを高めていくとともに，その対象をオーナー様や管理会社様等へ拡大できるよう，スマートマンションプラットフォームとして展開していきたいと考えています．

◆スマートマンションプラットフォームについてもう少し具体的にお聞きすることはできますか．

スマートマンションプラットフォームではまず，スマホのアプリを介してマンションの共用施設を予約する機能や，いろいろな問い合わせをする機能など，管理会社様と効率的にやり取りする機能を持たせたいと思っています．

また，入居者様が帰ってくると，本人認証をされて，物理的な鍵を使わずに自動的にドアが開く，入居者の方を特定して，その方に何か宅配物が届いていれば，サイネージに荷物が届いていますというようなことを表示するなど，これまでに提供しているデバイスやサービスを活用したシナリオ連携も考えています．そして，入居者様向けだけでなく，管理会社様の業務効率化などのサービスをつくっている会社とも連携して，管理会社様へバリューを提供するサービスを展開し，その先のオーナー様も視野に入れたサービス展開を図っていきたいと考えています．とにかく入居者様，管理会社様，オーナー様の３者すべて喜んでいただけるものをつくりたいので，自己満足にならないように，この３者に喜んでいただけるものは何かを見極めるのが，大きな事業課題だと思っています．

◆どのような戦略で展開していくのでしょうか．

すでに個別に提供させていただいているデバイスやサービスといった商品については手ごたえがあるので，入居者様向けにはその延長線でサービスを拡充していきたいと思っています．管理会社様やオーナー様までを対象に，いきなり大きなプラットフォームをつくってしまうと身動きが取れなくなってしまうので，徐々に拡大していくことになりますが，これも世の中にあるものをうまく活用し，なるべく早い段階で，サービスを提供させていただく予定です．スマートマンションプラットフォームとしての最初のサービスについては，可能な限り早く市場投入したいと思っています．当社には，すでにDoCANVASでお付き合いがある管理会社様，オーナー様がいらっしゃいますので，まずはASPで提供できるようなサービスを出させていただいて，その反応を見ながら拡張していくつもりです．

◆最後に社員へのメッセージをお願いします．

当社は創立以来30年以上にわたり，その時代，時代の変化に合わせ業容を変えて進化してきました．この時代や市場の変化に柔軟に対応できてきたのは，前向きに行動してくれる社員の皆様のおかげだと思っています．これからも皆で一緒になってNTTメディアサプライ社の新たな歴史を刻んでいきたいと思います．

当社は「夢をカタチに　未来をもっと近くに」というスローガンを掲げています．まさにこの気持ちを大切にし，皆で「夢」を語り合ってその夢の実現に向かって「挑戦」していきましょう．

強みに寄り添った継続性のある新サービスの開発

取締役　企画部長　三宅　正明さん
企画部　新サービス企画グループ　佐々木　栄治さん

◆業務内容を教えてください.

（左から）三宅正明さん，佐々木英治さん

佐々木：当社はDoCANVASとDoSPOTの2つの事業を柱にしていますが，変化に呼応していく中で新たな事業の柱を確立し，収益基盤のさらなる安定化を図るために2017年に企画部の中に新サービス企画グループをプロジェクト的に組織化し，新しい取り組みを進めています．その中で，当社が持っているWi-Fiや無線系のアセット，集合住宅をベースとした顧客系のアセットに親和性の高いものを中心に，いろいろなものに取り組んできました．

例えばNTT研究所の超高臨場感通信技術を使った「Kirari! for Mobile」，これに関する特許の使用許諾を得て当社から販売できるようなスキームをつくって，ミュージシャンのCDと組み合わせて提供しました．また，お化け屋敷にIoT（Internet of Things），ITを組み込んだ「スマート光お化け屋敷」では，来場者にバイタルを計測できる腕時計を着けていただいて，「びびり度」を数値化したり，コースを誘導するのにNTT研究所の「ぶるなび」という触覚デバイスを使って誘導してみたり，こういった新しい技術を使って何かできないか模索してきた経緯があります．いろいろな経験を経たうえで，現在は集合住宅の入居者様の利便性向上，管理会社様・オーナー様の業務効率化を実現するスマートマンションプラットフォームの開発に取り組んでいるところです．

◆スマートマンションプラットフォームに注力することになった理由を伺えますか.

三宅：新しいサービスをやろうとして，いろいろ試行錯誤してきましたが，単発で終わってしまい，事業の柱とするのに必要な継続性がなかなか難しいところがありました．そこで，もう一度私たちの強みとは何かを見直したときに，既存の事業の柱に寄り添い，元の幹のところからの延長にしたほうが良いのではないかという結論に達しました．

集合住宅向けのIT化の話の中でもよく耳にするのが，占有部といわれる入居者様の部屋の中のIT化です．スマートスピーカが脚光を浴びて，私たちもそこに少し興味を持って突き詰めてみましたが，単品が安価に発売されており，入居者様の興味やニーズへのマッチを考えると，サービスとして提供して毎月料金をいただくモデルで継続的に事業収益を上げるのは難しそうだというところに行き着きました．そこから，管理会社様の業務効率化のようなところにも目を向けて，マンションにかかわるすべての人にITで付加価値を提供できるような仕組みであればビジネスとして成立するのではないかと考えました．

佐々木：私たちはもともと入居者様への付加価値を向上することで，管理会社様に「マンションインターネットは空室対策になりますよ」「入居者様が魅力を感じられて，ほかの物件よりも多く入ってくれますよ」といったところを訴求してきました．その延長で，「宅配ボックスが入っている物件って選ばれやすいですよ」「ルームセキュリティやスマートロックが入っている物件は選ばれやすいですよ」という話もさせていただいていました．現在，当社が提供しているルームセキュリティ，スマートロックを利用していただくと，それぞれの制御用の機器を部屋の中に設置する必要があります．プラットフォームを整備することで，制御用機器も1つにしてしまえば，例えばルームセキュリティが扉の開閉を検知したら自動的に鍵が閉まるなどのシナリオも実現できるでしょう．そういう発想から，入居者様への付加価値向上をめざしたラインアップをそろえています．

また，管理会社様向けには，入居者様からの問合せ対応のためのチャットボットを提供したり，将来的には特定の問合せへの回答を自動で返す仕組みとか，さらには問合せをAI（人工知能）で分析をしたうえで回答を返すとか，そういったところまで進めていくと業務の効率化になります．ニーズのある機能はだいぶ見えてきたので，できるだけ早く有償トライアルを開始できるようなスケジュール感で進めています．

◆新しい事業を始めることへの不安感などはありませんでしたか.

佐々木：今はインターネット以外の商材も販売できる体制になってきていますが，長年集合住宅向けインターネット，公衆Wi-Fiの販売を中心に業務を行ってきた当社からすると，新しいことに踏み出すのは勇気が必要でした．そこで，現社長就任後間もなく，社長と社員5，6人ぐらいの対話

会を全社員対象に行い，社長から，NTTメディアサプライの将来の発展に向けた課題感，その克服のためのビジョン，そして一緒になって頑張りましょうというメッセージを発してもらいました．それに対して，少人数ということもあり社員からはすごく活発に意見が出ました．その結果，本当に小さなことから，少しずつ前に進んでいくことができるようなマインドを醸成できたのかなと思っています．加えて，事業計画をつくるタイミングでも，常勤の３人の取締役から，事業の方向性は間違っていない，今年度はこんなことに取り組むといったことを，全社員を対象に説明会を開いて発信するようにしています．

したがって，こういった取り組みで新しいサービス，事業の柱をつくっていかなければいけないという課題感は共有できており，その実行のために社内の有志を集めて新しいビジネスを考えていく新規サービス創出ワーキングをつくり，活動してきました．それをさらにパワーアップしていくために，2017年7月に企画部の中に新サービス企画グループというかたちで組織化されました．こういった経緯もあり，この新組織が中心となって新サービスの企画を行っていますが，例えばお客さま訪問時にはDoCANVASの営業チームに協力いただくなど，全社一丸となって新サービス企画をしているような雰囲気が出来上がっています．

◆今後の展開について教えてください．

佐々木：入居者様向けの個別のサービス・デバイスの提供はすでに開始しており，これからはスマートマンションプラットフォームとしての有償トライアルを予定しています．当社のサービスをご利用いただいているお客さまの９割以上は，最低契約期間を過ぎても継続していただいており，長期にわたるお付き合いで信頼関係ができているので，有償トライアルの話になったときに一緒に協力して，「空室対策で本当に効果があるのか確かめてみませんか」というようなアプローチもしやすくなりますし，フィードバックをいただける関係もできています．

三宅：例をあげると，当社のマンション向けのサービスの１つに，マンションの施設案内などができるポータルサイトがあります．それに対して，実際にうまくこの機能を活かすには，マンションに住んでいる方々が施設を使ったときの利用額請求みたいな機能もつけてもらえるともっと良いという要望をもらい，そういう仕組みはどうすればできるか，その場合に必要な要件は何かを検討しています．

困っていることは何かを知るのは重要ですし，自分たちだけではなかなかそこに行き着けない部分もあるので，間口を広く情報収集して，スマートマンションプラットフォームの機能拡充を進めていきます．

NTTメディアサプライ ア・ラ・カルト

■全社一体となっての動画作成

NTTメディアサプライでは１年に１回，全社でキックオフ（**写真１**）を行う際の余興としてベストテンと今年の１文字の発表，管理職も含めた全社員がダンスの動画を作成し披露しています．今年はすでに『U.S.A.』という曲をベースにダンスの撮影を始めているとのこと．この動画はキックオフの場を盛り上げるだけでなく，撮影で一体感の醸成や，お客さまにも喜んでいただくなど社内外から好評を得ているそうです．

写真１

■イベントのない月は社長が幹事の「ゆるガヤ会」

毎年実施される忘年会やキックオフのほか，夏休みや正月明けなどには会議室で社員がいろいろ持ち寄って物産展などが開かれます（**写真２**）．それ以外に何も懇親会的イベントがない月は，社長が幹事となって，「ゆるガヤ会」という名前の飲み会が開催されます．場所のセッティングから精算，会計報告まですべてやるうえに，それが恒例になっているそうで，こういう部分も対話会の延長として一体感につながっているのでしょう．

写真２

ITU-T SG５の体制と審議状況

中村　尚倫（なかむら　なおみち）／張　曉曦（ちょう　ぎょうぎ）／奥川　雄一郎（おくがわ　ゆういちろう）
NTTネットワーク基盤技術研究所

NTTグループは，電磁妨害波や雷サージから通信設備を防護するとともに，ICTによる気候変動への影響評価や持続的な発展が可能な循環型経済の問題に取り組み，通信サービスの信頼性向上ならびに事業活動に伴う環境負荷の低減に貢献するため，ITU-T（International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector：国際電気通信連合　電気通信標準化部門）において国際標準の作成に参画しています．ここでは，2018年９月に開催されたSG（Study Group）５会合における最新の審議動向を紹介します．

ITU-T SG5の概要

ITU-T（International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector）SG（Study Group）５は「環境，気候変動および循環経済」をテーマに，**図**に示すように２つのWP（Working Party）で構成されます．WP１では通信設備の雷・過電圧防護や電気安全，EMC（ElectroMagnetic Compatibility：電磁環境適合性），電磁界の人体ばく露について５つの課題（１～５）に分かれて検討を行っており，WP２ではエネルギー効率化や循環経済，ICTの環境影響評価について３つの課題（６，７，９）に分かれて検討を行っています．ここでは，2018年９月11～21日にスイス・ジュネーブで開催されたSG５会合における審議動向を紹介します．なお，会合結果のサマリはITU-Tのホームページ[1]にも掲載されています．

WP１の審議動向

■課題１

課題１では，雷撃や接地，電力システムからの電磁サージに対する通信システムの防護要件の検討を行っています．今会合では，貧弱な接地環境にある小型の通信装置の保護に関する新規勧告において，接地ポートがない装置やHVDC（High Voltage Direct Current：高電圧直流給電）装置も適用範囲に追加するべきとの提案がありました．審議の結果，接地ポートがない装置に関しては，絶縁トランスを用いることで未接地でも可能とすること（絶縁トランス２次側のケーブル長，感電の危険性を示す表示が必要等の条件あり）が草案に反映され，K.134としてコンセントされました．

■課題２

課題２では，バリスタ，避雷管などの過電圧防護素子に関する試験方法や要求条件に関する検討を行っています．今会合では，前会合でコンセントされた通信ビルに設置される装置の過電圧要件を規定した既存勧告K.20，宅内に設置される装置の過電圧要件を規定した既存勧告K.21，通信装置の過電圧および過電流の基本要件を規定

- ITU-T SG５（環境と気候変動，循環経済）
  - 課題８（環境と気候変動に関するガイドと用語）
  - WP１（EMC，雷防護，電磁界ばく露）
    - 課題１（電磁サージからのICT設備の防護）
    - 課題２（装置の過電圧耐力と防護素子）
    - 課題３（ICTからの電磁界に対する人体ばく露）
    - 課題４（電気通信環境におけるEMC問題）
    - 課題５（電磁界と粒子放射線からのICTシステムのセキュリティと信頼性）
  - WP２（環境，エネルギー効率と循環経済）
    - 課題６（エネルギー効率と持続可能なクリーンエネルギーの実現）
    - 課題７（電子廃棄物と環境配慮型設計に関する環境に優しく安全なマネジメント）
    - 課題９（持続可能な開発目標を推進するための，ICT持続可能性評価）

図　ITU-T SG５の課題

した既存勧告K.44に対して，DC電源線の接地に関するコメントが提出されました．審議の結果，K.20，K.21，K.44の補足文書として「屋内DC給電インターフェースのサージ試験要素」を発行することが同意されました．また，NTTが作成を主導しているユーザビルとアクセスネットワークにおけるサージ保安器およびサージ保安素子の利用における安全性に関するガイダンスK.spdsafeについて，電源系統の事故時に通信線に電圧が発生した場合や過電圧が内線ポートに発生した場合の安全性に関する情報が追加されました．本勧告案については，IEC（International Electrotechnical Commission）/TC（Technical Committee）108において基本的な理解が得られた時点でコンセントされる予定です．また，自動再投入機能付き漏電遮断器の技術要件に関する新規勧告についても議論が行われ，エディトリアルな修正後K.135としてコンセントされました．

■課題 3

課題 3 では，無線アクセス設備など通信設備から発生する電磁界の人体ばく露について，管理や測定，ガイドラインの検討を行っています．今会合では，NTTドコモ，NICT（情報通信研究機構）からマンホール設置型基地局の近傍での電磁界ばく露レベルに関する評価データを提出しました．審議の結果，このようなデータは過去の事例がなく，各国の参考になる非常に有用な情報であると評価され，既存勧告K.91（電磁界に対する人体ばく露の評価やモニタリングに関するガイダンス）のAppendix Ⅷとして追加されました．そのほか，無線設備における作業者の電磁界ばく露制限に対する評価と管理に関する新規勧告K.workers，など 4 件の新規勧告の草案第 1 版がそれぞれ審議され，内容が了承されました．

■課題 4

課題 4 では，新たな通信装置，通信サービスや無線システムに対応したEMC要件の検討を行っています．今会合では，無線通信装置のEMC要件および有線通信装置のEMC要件に関する 2 件の新規勧告が審議され，適用範囲の明確化や他既存規格との整合性を見直した最終草案がK.136，K.137としてそれぞれコンセントされました．また，通信施設内の電気装置に対するEMC要件に関する既存勧告K.123について，NTTから150 kHz以下の伝導妨害波に対する許容値規定の追加を提案しました．これは，2018年度に改定したNTTのTR（Technical Requirement）の内容に基づいて提案しているもので，今会合で提案内容がおおむね合意されたことから，次回会合（2019年 5 月）で最終草案がコンセントされる予定です．

■課題 5

課題 5 では，粒子放射線による通信装置のソフトエラーや電磁波セキュリティに関する検討を行っています．今会合では，ソフトエラー試験結果の品質推定方法と適用ガイドに関する新規勧告草案第 4 版を日本から提案し，用語の定義や規定根拠に関する議論を経て，最終草案がK.138としてコンセントされました．同様に，日本が提案しているソフトエラーの通信装置に対する信頼性要件に関する新規勧告についても微修正をした最終草案がK.139としてコンセントされました．今後は，通信装置の半導体デバイスに対するソフトエラー対策要件に関する新規勧告作成や，昨今話題になっているHEMP（High altitude ElectroMagnetic Pulse：高高度核爆発による電磁パルス）に対する通信設備の防護に関する既存勧告K.78について，最新のIEC規格や研究成果を反映する改定作業が行われる予定です．

WP 2 の審議動向

■課題 6

課題 6 では，通信設備やデータセンタ，またそれらのエネルギー効率について検討を行っています．今会合では，エネルギー貯蔵システム技術に関する既存勧告L.1220のパート 1 に記載されている，貯蔵システム技術の一般的な選択および評価方法をベースに，主要なバッテリ技術や特性，アプリケーションに適合したバッテリ技術の選択や評価，試験方法をパート 2 として作成することが提案され，最終草案が新規勧告L.1221としてコンセントされました．また，ネットワーク機能仮想化のエネルギー効率の測定方法に関する新規勧告L.mmNFVでは，NFV（Network Functions Virtualization：

ネットワーク機能仮想化）環境における，仮想ネットワーク機能およびNFVインフラストラクチャなどの機能構成要素のエネルギー効率を評価するための測定基準および測定方法が議論され，最終草案がL.1361としてコンセントされました．

■課題 7

課題 7 では，E-waste（電気電子機器廃棄物）を含んだ循環経済に関する検討を行っています．コネクト2020アジェンダ*ではE-wasteを2020年までに50％削減するという目標が掲げられており，その取り組みに向けて 3 つのステップ（①包括的なE-wasteインベントリの作成，②持続可能なE-waste管理システムの開発，③その管理システムを推進するための支援策の導入）によるガイダンス文書の作成が提案され，審議の結果L.1031としてコンセントされました．また，携帯電話に対する環境影響評価に関する新規勧告L.CEMにおいて，これまでの補足文書L.Suppl.32やUL110などUL規格（米国の電気製品安全規格）の内容を踏まえて，携帯電話の設計から生産，使用，EoL（End of Life）まであらゆるライフサイクルを考慮した環境影響評価の基準が提案され，最終草案がL.1015としてコンセントされました．

■課題 9

課題 9 では，SDGs（Sustainable Development Goals：持続可能な開発目標）を推進するためのICTの影響評価方法に関する検討を行っています．今会合では，ICTセクタの環境影響評価方法に関する新規勧告L.MAEに関して，コメントを反映させた評価手順や将来予測などのパートについて修正した最終草案がL.1450としてコンセントされました．また，本勧告の補足文書として，「UNFCCC（United Nations Framework Convention on Climate Change：気候変動に関する国際連合枠組条約）パリ協定に合致するICTセクタにおけるグローバルレベルでの複数のGHG（Green House Gas：温室効果ガス）トラジェクトリー」を新規に作成することが提案，承認されました．本補足文書については，GeSI（Global e-Sustainability Initiative：グローバルe−持続可能性イニシアチブ）との連携により共同で作成を進め，今後はさらにSBTi（Science Based Targets Initiative：科学と整合した目標設定）とも連携する予定です．また，セクタレベルでのICTによる他のセクタにおける積極的な影響を評価する方法に関する新規勧告L.MAAPについて，2017年から継続して議論が進められています．今回，複数の評価手法からユーザが目的に合わせて適切な手法を選べるように，評価対象となるすべての構成要素を 1 つずつ対象にしてGHG排出量を積み上げる，現在の提案評価方法に加え，国レベルで産業間の取引を表す産業連関表をベースにしたトップダウン方式によるICT利用の環境および経済への影響評価方法をNTTから提案しました．審議の結果，NTTの提案を草案に反映させることが了承されました．

まとめ

ここでは，ITU-T SG 5 における最新の標準化動向を紹介しました．5GやIoT（Internet of Things），仮想化など通信技術は日々刻々と進歩していますが，今後も，通信設備を取り巻く環境の変化に応じたタイムリーな標準化活動を推進し，通信サービスの品質・信頼性向上や環境負荷の低減に貢献していきます．

■参考文献

(1) https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/05/Pages/exec-sum.aspx

＊ コネクト2020アジェンダ：ITUにおいて2020年までのICT の取り組み方針を定めたもの．

総務省受託研究「膨大な数の自律型モビリティシステムを支える多様な状況に応じた周波数有効利用技術の研究開発」の研究成果をヨコスカ×スマートモビリティ・チャレンジ2019に展示

NTT，NTTドコモおよび㈱日立製作所は，2018年度より総務省受託研究「膨大な数の自律型モビリティシステムを支える多様な状況に応じた周波数有効利用技術の研究開発」を他の研究機関とともに受託し，２年間にわたり研究開発を進めてきました．この受託研究のうち，NTTは高速移動体エッジコンピューティング技術（課題ア）と大量異常トラフィック検知・判断技術（課題ウ）を，NTTドコモは高度地図データベースを効率的に配信する技術（課題イ）を，日立はネットワーク遮断・再接続技術（課題ウ）を受託し，それらについて目標とする周波数の利用効率向上に貢献する技術開発成果をあげました．そして，2019年１月24〜26日に横須賀リサーチパーク（YRP）で開催された「ヨコスカ×スマートモビリティ・チャレンジ2019」において，上記の受託研究で開発した成果を統合し，クルマを中心とした自律型モビリティの公道走行を含むデモンストレーションおよびパネル展示を実施しました．

・課題ア：分散型のデータ処理等による高効率な通信処理技術（NTT*）
・課題イ：複数無線システムを用いた高度地図データベースの更新・配信技術（NTTドコモ*）
・課題ウ：大量の異常通信の検知・抑制による高信頼化技術（NTT，日立*）

＊：受託代表機関

■研究の成果

NTTの担当した研究開発のうち課題アについては，分散コンピューティング技術の一種であるエッジコンピューティング技術を，クルマを中心とした高速移動体向けに利用できる技術開発を行いました．具体的には，クルマなど高速移動体への大量データ送受信のため，エッジサーバ間のアプリケーションのデータ移行を，モバイル網の制御情報を活用して高速に行う技術を開発しました（**図**）．これにより，高速移動するクルマに対して大量の情報を分散処理で効率的に配信することが可能になります．

次に同じくNTTが担当した課題ウについては，大量のトラフィックを効率的に分析して異常を検知する異常トラフィック検知技術を自律型モビリティ向けに利用可能とする技術開発を行いました．具体的には，自律型モビリティのエッジ間移動のタイミングをとらえて移動元のエッジサーバから移動先のエッジサーバに対象モビリティの継続的な監視に必要最小限の情報を転送する分散協調型異常トラフィック検知技術を開発しました．これ

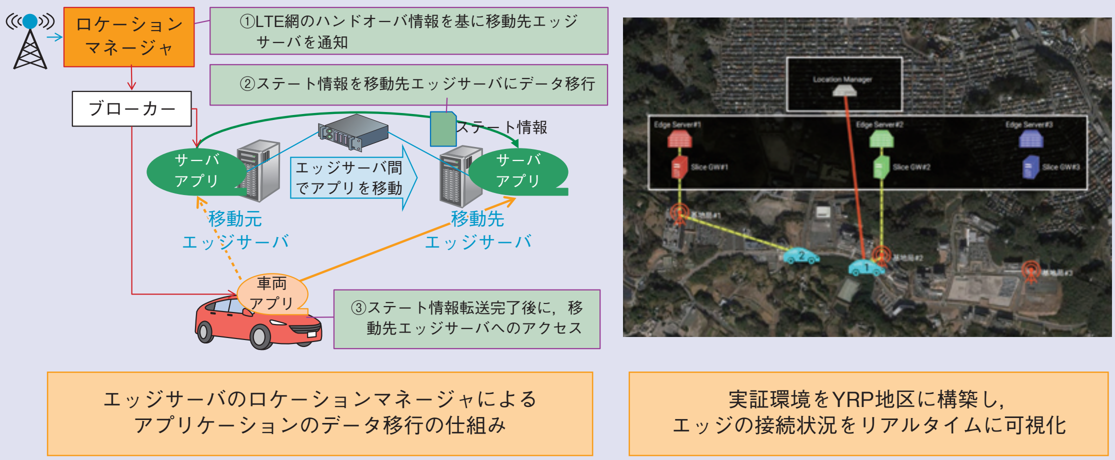


図　高速エッジ間アプリケーションデータ移行技術

により，自律型モビリティのエッジ間移動に追随した連続的かつ効率的な監視が可能になります．

NTTドコモが担当した課題イについては，自律型モビリティの走行状態やデータの用途や容量等に応じて，ダイナミックマップの差分配信や分割配信等を行う技術と，複数無線システムを連携した，動的切替や同時通信技術の技術開発を行いました．これにより，モバイル網に接続されたクルマに対して途切れることなく最新の情報を効率的に送ることが可能になります．

日立が担当した課題ウについては，大量の異常トラフィック発生に起因した大幅なデータ処理速度の低下，通信不全等の重大な脅威から自律型モビリティシステムを守るためのネットワーク遮断技術，運転手へのネットワークへの再接続および手動運転への切り替え通知技術等の研究開発を行いました．これにより，安心・安全な自律型モビリティシステムを提供するためのネットワーク高信頼化を実現することが可能になります．

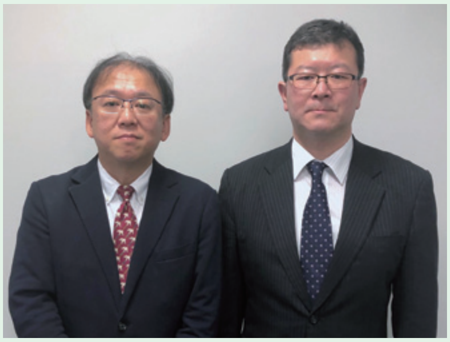
◆問い合わせ先

NTT先端技術総合研究所
広報担当
TEL　046-240-5157
E-mail　science_coretech-pr-ml@hco.ntt.co.jp
URL　http://www.ntt.co.jp/news2019/1901/190124a.html

研究者紹介

大量の異常通信の検知・抑制による高信頼化技術

小村　和司／小河　太郎
株式会社日立製作所
IoT・クラウドサービス事業部



（左から）小河太郎／小村和司

自律型モビリティシステムは，移動体の位置や速度などを含むプローブ交通情報や，渋滞状況などを含むダイナミックマップを移動体との間で送受することで，移動体の自律的で効率的な走行を実現しています．

多様な分野への展開が期待されている自律型モビリティシステムにおいて，例えば，「自動走行に必要な情報の不達〔大量パケットの送信が原因のネットワーク機能不全（DoS攻撃）等〕」や「自動走行に必要な情報に対する攻撃（なりすまし端末やマルウェアに感染した端末によるパケットの改ざん等）」等による大量の異常トラフィック発生に起因した大幅なスループットの低下や通信不全等の重大な脅威について，異常な情報の送信やトラフィック量を検知・判断することで確実に回避することが，自律型モビリティの安全確保の観点ならびに無線通信における周波数有効利用の観点からも極めて重要な技術課題となります．

さらに悪意を持った移動体は動き続けるので，悪意を持った移動体を追随し，影響を及ぼすネットワークのみを部分的に遮断し続ける技術と安全動作への移行までの協調的な制御の研究開発を行いました．

これにより，安心・安全な自律型モビリティシステムを提供するためのネットワーク高信頼化を実現することが可能になります．

今後も，本取り組みを通して，自律型モビリティシステムの実現に貢献していきます．

研究者紹介

高度な自動運転の実現に向けて（ダイナミックマップ配信時のネットワーク負荷低減技術の開発）

新間　寛太郎

NTTドコモ
法人ビジネス本部 第一法人営業部 第五営業・第二

自動運転は，超高齢化と労働人口減少を迎える我が国においてさまざまな課題に対する解決策として期待されており，産官学が連携して実証実験等を推進している状況です．この取り組みの１つに自動運転用の高精度な三次元地図（ダイナミックマップ）があり，数年前から国が主導するSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）を軸に実用化に向けた整備等が進められています．ダイナミックマップの普及時にはネットワークに大容量のデータが高頻度に流通することによる多大な負荷がかかることは想像に難くなく，これを見据えた技術の確立が必要との思いから本案件に取り組むことを決めました．

NTTドコモが開発した技術は，複数無線システムの連携制御技術と地図の配信制御技術の２つです．前者は通信環境や車両の走行状況等に応じて携帯電話ネットワークと無線LANネットワークの動的切替や同時通信を行う技術，後者は配信する地図の用途等に応じて配信単位やタイミング等を制御する技術です．

開発した技術の実証実験ではサービスの成立性の検証にこだわり，4つの大学の協力を得て用意した自動運転方式が異なる4台の車両に対して地図を配信して4台が同じように走行できることを確認しました．現在国内外で行われている多くの実証実験では自動運転車両からサーバまで垂直統合で構築されていますが，私たちはあらゆる車両をサポートするプラットフォームの実現をめざして研究開発を進めてきました．そのため，本案件の集大成となるヨコスカ×スマートモビリティ・チャレンジ2019のデモにおいて4台の自動運転車両が同時に走行する姿を見たときの感慨はひとしおでした．

自動運転のさらなる高度化にはネットワークの活用が必要不可欠であるため，NTTドコモとしても引き続き産官学のさまざまな方々と連携し，社会的課題の解決に貢献をしていきます．

研究者紹介

誰もが自由に移動できる社会の実現に向けて

井上　知洋

NTT未来ねっと研究所
ユビキタスサービスシステム研究部
主任研究員

将来実現が期待される「自律型モビリティシステム」とは，さまざまなモビリティ（移動体）とネットワークが連携することで車両単体での自動運転を超えた高信頼・高精度な自動走行を可能とするシステムで，社会が超高齢化と労働人口減少を迎える中，高齢者の安心・安全な生活や観光，土木，福祉等の多様な経済活動の支援等，さまざまな分野への展開が期待されています．私たちは，この実現に向けた課題について各社と共同で研究開発に取り組んできました．

例えば，自律型モビリティシステムでは膨大な数の移動体との間でリアルタイムな通信が必要となりますが，このような大量の通信をすべてクラウド（1カ所）に集めてしまうと，通信や計算処理が輻輳して正常に処理を進めることができなくなり，事故の原因となりかねません．そこでNTT未来ねっと研究所では，自律型モビリティシステムを支える分散型エッジコンピューティング基盤を開発しました．この基盤は，地域ごとに分散配置したエッジサーバによって移動体からの大量の通信を分散処理する仕組みや，移動体が地域をまたがって移動する場合はエッジサーバ間で処理を継続できる仕組みを備えています．

この基盤の上に各社が研究開発した成果を統合し，YRP地区でのイベントにおいて一般市民を中心とした約3000人の来場者に自動走行等のデモを行い，将来のモビリティ社会の姿をアピールしました．今後，自動車会社との連携等も進めて，自律型モビリティシステムをいち早く実現するための研究開発を行っていきます．

「全光」で量子中継の原理検証実験に成功 ──究極の情報処理ネットワーク「量子インターネット」実現への第一歩

大阪大学大学院基礎工学研究科の山本俊教授，生田力三助教の研究グループおよびNTTの東浩司主任研究員（特別研究員）の研究グループは，大阪大学の井元信之名誉教授，富山大学の玉木潔教授，トロント大学のホイ・クウォン ロウ教授らと協力して，地球規模の量子ネットワークを光デバイスだけで実現する全光量子中継方式を採用することで，量子中継の原理検証実験（**図**）に世界で初めて成功しました．

現在のインターネットを支えるのは，世界規模で敷設されている光ファイバネットワークですが，長距離通信を影で支えているのが中継器です．このような通信デバイスすべてを光デバイスだけで実現しようとする試みは全光ネットワーク構想と呼ばれ，低消費電力で高速インターネットを実現するのに有望とされています．このような全光ネットワークの量子版「全光量子ネットワーク」は，現在の中継器を，全光量子中継器に切り替えることで実現可能で，その結果実現される「量子インターネット」は，現在のインターネットの枠を超える，全く新しい数多くの応用を持ちます．この全光量子中継は，従来の物質量子メモリに基づく量子中継とは一線を画す方式として2015年に理論提唱されましたが，その方式は，量子力学特有の性質である「量子もつれ」によって初めて可能となる「時間反転」という，全く新しい原理に基づいていたため，この原理を実証することが，全光量子中継実現の要であり，量子インターネット実現の最初の大きな一歩とされていました．

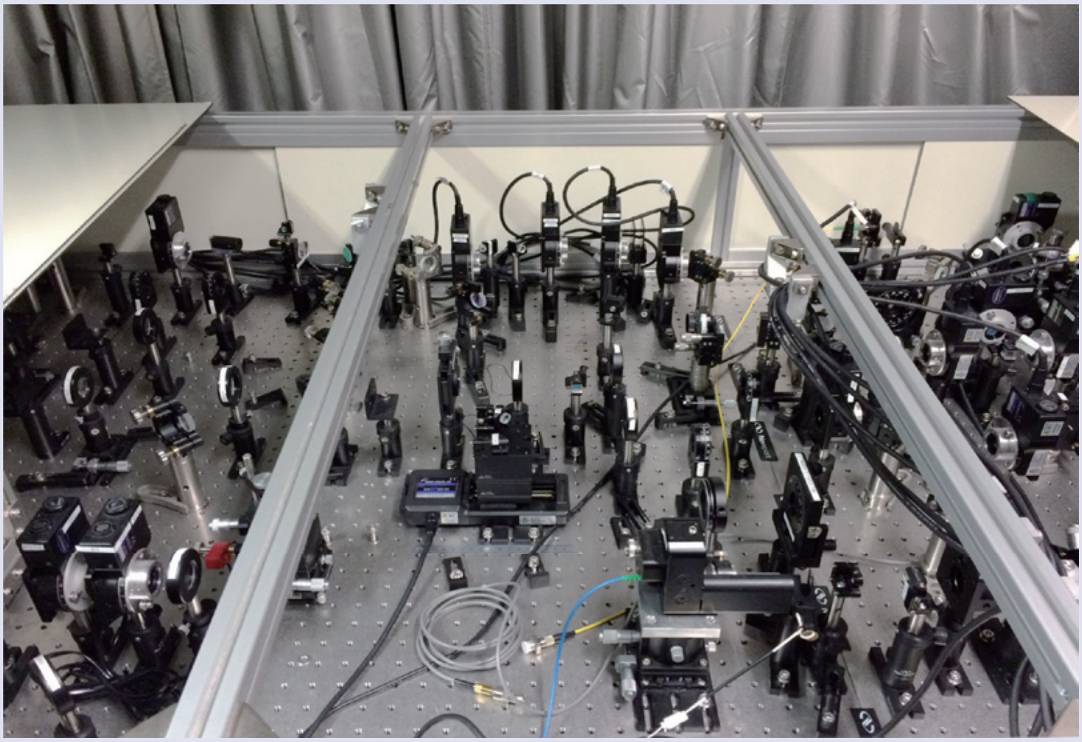


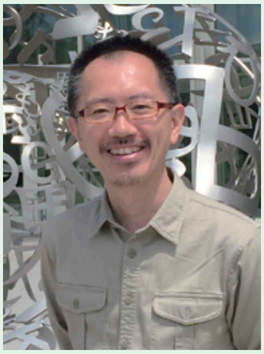
図　全光量子中継の実験装置

量子インターネットに向けて

研究者紹介

山本　俊

大阪大学　大学院基礎工学研究科
教授



地球上（あるいは地球圏）のあらゆる地点でオンデマンドに量子もつれや量子コンピュータを利用できる量子インターネットは，セキュリティやコンピューティングの問題を同時に解決できる万能な量子情報プラットフォームとなることから，「聖杯」といえるほどに大きなインパクトがありますが，同時に非常に難しいテーマです．その実現のためのキーストーンである量子中継は日米欧中を中心に世界中の研究グループで研究が進められています．大阪大学でも長年この量子中継をめざして基礎となる研究を地道に進めてきました．

今回，NTTの独自方式である全光量子中継を実験的に実証するために，大阪大学の実験グループとNTTを中心とする理論グループで議論を重ね，実証できるもっともシンプルで美しくかつ拡張しやすい光学システムに仕上げました．大阪大学で培ってきた光子のグラフ状態発生やフュージョンゲートと呼ばれる光回路の組合せで実現できるもので，まさに共同研究の賜物です．最初の提案以来，実現していなかった量子中継の核である適応ベル測定を世界で初めて実証できたことで，「聖杯」への近道としての全光量子中継方式の素晴らしさも示すことができました．

量子中継を実現するためには，光子発生や光回路を大規模化していく必要がありますが，今回の研究で方法論が明確になったため，着実に進めていくことができます．今後もこの共同研究を軸に，量子インターネットの実現に向けた研究を行っていきます．

一共同研究者として

研究者紹介

玉木　潔

富山大学　大学院　理工学研究部（工学）
教授

今回の研究成果は，東浩司さんが2015年に発見された全光量子中継の原理検証実験です．私は東さんがこのアイデアを発見した場にいさせていただき，一緒に論文を書かせていただくという幸運に恵まれました．全光量子中継が生まれるプロセスを見てきた者として，今回の成果は，東さんのアイデアが大阪大学の優れた技術により実現可能なことを示した１つの区切りだと思います．また，世界各国が全光量子中継器の実現のために研究しているのをみると，全光量子中継が今後大きく発展するだろうという期待もしています．

東さんとの最初の議論は，今でもよく覚えています．私に食ってかかってきて，ずいぶん勝ち気だなと思ったのと同時に，その勝ち気なエネルギーが正しい方向に向けば本当に素晴らしい研究ができるだろうな，と感じたものです．それから数年経て，彼は全光量子中継のアイデアにたどりつくのですが，その際もっとも印象的だったのは，論文を書くにつれ量子中継自体に対する理解が劇的に進み，最終的に非常にシンプルな理解になったことです．そのシンプルな理解を聞くに量子中継はそんなに単純なものだったのか，と目からウロコが落ちる思いでした．この「物事をシンプルに理解する」という姿勢は彼を貫く強固な軸だと思うのですが，これからもその軸と物怖じしない強さをもって，物理学や情報学にシンプルかつ本質を突く斬新な理解を提供してくれることを楽しみにしているところです．

今回，山本教授らの研究グループは，NTT，富山大学，トロント大学の理論研究グループと協力し，この全光量子中継の中核のアイデア「時間反転」の実証に成功しました．これにより，全光量子中継の原理は検証されたことになります．

今回の成果により，全光量子中継実現に残された課題は，損失のない集積光学回路と量子もつれ光源の研究開発だけとなり，これらの光デバイス開発に基づく全光量子中継の実現，あるいはそれに基づく地球規模の全光量子インターネット実現に重要な道筋を示しました．それと同時に，今回の実験は（全光方式だけでなく，物質量子メモリに基づく従来方式も含めた）すべての量子中継方式に共通して必要となる「適応ベル測定」の原理検証実験としても史上初で，全光方式が従来方式に比べ，実現性という観点で一歩リードしたことを示しています．

なお，本研究は，科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 チーム型研究（CREST）「量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出」研究領域における研究課題「グローバル量子ネットワーク」（研究代表者：井元信之）の一環として行われました．また，本研究は，文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究(A)，新学術領域研究，大阪大学大学院基礎工学研究科附属未来研究推進センターの支援により行われました．

◆問い合わせ先
NTT先端技術総合研究所
広報担当
TEL　046-240-5157
E-mail　science_coretech-pr-ml@hco.ntt.co.jp
URL　http://www.ntt.co.jp/news2019/1901/190125a.html

研究の経緯

研究者紹介

東　浩司

NTT物性科学基礎研究所
量子光物性研究部
特別研究員

全光量子中継のアイデアは，2012年の夏，当時弊所の研究員だった玉木潔さん（現：富山大学教授）に誘われて，トロント大学のホイ・クウォン ロウ教授のグループに滞在した際に生まれました[1]．このアイデアは，当時の「物質量子メモリなくして量子中継なし」という分野の定説に反する画期的なもので，全光量子中継器を多数使用することで，距離限界のない量子通信を実現するものでした．2015年の夏に再び玉木さんとともにトロント大学に訪問した際には，ロウ先生から「全光量子中継を原理検証実験ができるように簡単化できないか」という質問を受け，それにこたえるかたちで提案したのが，今回，大阪大学の山本俊教授と生田力三助教率いる研究グループが原理検証実験に成功したスキームとなっています．本成果は，当時大阪大学の学生だった，論文の第一著者である長谷川靖さんが一生懸命に実験をしてくださった結果だとも聞いています．

今回のような共同研究をすると，研究成果の背景に「人の縁」というものを感じざるを得ません．ここに登場する玉木さん，山本さん，生田さん，長谷川さん，そして私の，学生時代の研究指導者は，井元信之先生（現：大阪大学名誉教授）や小芦雅斗先生（現：東京大学教授）と共通していて，ロウ先生は玉木さんのポスドク時代の先生です．私たちの研究の（現在の）ゴールは，地球規模の量子ネットワークとスケールが大きいものですが，それを支えるのは，スケールは大きくないが，太い線でつながった人の縁なのかもしれない，と考えることもあります．

■参考文献

⑴　Focus on the News：“定説を覆し，長距離量子通信に必要な「量子中継」の全光化手法を確立――全光ネットワークに「量子インターネット」としての新たな未来像，” NTT技術ジャーナル，Vol.27，No.6，pp.60-62，2015.

最高の強磁性転移温度を持つ新絶縁物質Sr_3OsO_6を創製——88年ぶりに記録を更新

NTT物性科学基礎研究所では，電気を通さない物質（絶縁体）の中で，最高の温度（780 ℃以上）で磁石としての性質（強磁性）を示す新物質Sr_3OsO_6〔Sr（ストロンチウム），Os（オスミウム），O（酸素）からなる物質〕を世界で初めて合成・発見し，磁性発現の起源となる電子状態を，東京大学大学院理学系研究科物理学専攻　常行真司教授らの研究グループと共同で明らかにしました[1]．

今回合成した物質は，88年ぶりに絶縁体の強磁性転移温度（キュリー温度）を更新するもので，長年の磁性材料研究の歴史を塗り替える成果です．この新物質の発見により，高い温度で強磁性が発現するメカニズムに関する基礎科学的な知見が得られました．また，現存する高温磁性材料のほとんどに鉄やコバルトが含まれるのに対し，新物質はこれらの元素を含まないため，磁性材料の開発に新機軸をもたらすと考えられます．さらに，Sr_3OsO_6は，素子化に適した単結晶薄膜の形で合成されました．そのため，室温～250 ℃程度の実用的な温度で安定に動作する，磁気ランダムアクセスメモリや磁気センサといった高機能磁気素子の開発につながるものと期待されます．

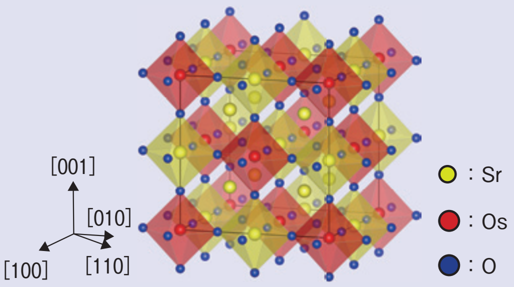
■研究の背景

強磁性絶縁体には，人類が最初に発見した磁石で，方位磁針として使われた磁鉄鉱などがあります．それらは現在でも，永久磁石や高周波用素子として，スマートフォン，自動車，PCといったありとあらゆるものに使用され，テクノロジの発展を根底から支えています．近年では，電子の持つ磁気的な性質と電気的な性質を同時に活用して素子の高速動作や低消費電力動作を実現するスピントロニクス素子の研究が盛んになり，この素子の材料としても強磁性絶縁体が有望視されています．

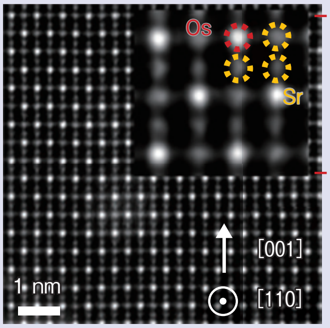
近年の電子化の潮流と相まって実用素子への要求性能は高まる一方であり，動作温度に関しては，室温にとどまらず200 ℃を超える高温での安定動作が求められています．しかしながら，磁気素子の高温での安定動作の可否を決める主要な因子であるキュリー温度は，1930年代のフェライト磁石開発以降，90年近く更新されておらず，高いキュリー温度を持つ次世代の強磁性絶縁体の実現と，その探索指針の構築が待たれていました．

■研究の成果

NTT物性科学基礎研究所は，長年にわたり開発・蓄積してきた独自の酸化物合成技術によって，最高のキュ



(a)　結晶構造（ダブルペロブスカイト）の模式図



[110] 結晶方向からみた像で，原子レベルでSrとOsが(a)のとおりに規則的に配列していることが分かります．

(b)　原子レベルに拡大された顕微鏡像（走査型透過電子顕微鏡像）

図　合成したSr_3OsO_6

リー温度を持つ新物質Sr_3OsO_6を世界に先駆けて合成・発見しました(**図**).磁化測定によって見積もられたキュリー温度は780 ℃を超え,これは,絶縁体のキュリー温度を88年ぶりに100 ℃以上更新する成果です.

また,東大と共同で行った密度汎関数理論に基づく計算により,Sr_3OsO_6の強磁性絶縁状態が,5d遷移元素であるOs(オスミウム)の大きなスピン軌道相互作用に由来することを明らかにしました.これは,高温での強磁性の発現機構に新たな知見を呈示するもので,学理の構築へ貢献するとともに,今後,スピン軌道相互作用が大きな元素を活用した新物質開発へとつながることが期待されます.

本物質は新物質であるだけでなく,素子化に向けた微細加工と相性の良い単結晶薄膜の形で合成されました.このため,室温以上の高温で安定に動作する磁気ランダムアクセスメモリや磁気センサといった,高機能磁気素子の開発につながるものと期待されます.

■技術のポイント:高品質なSr_3OsO_6薄膜の合成

ダブルペロブスカイトと呼ばれる結晶構造(図(a))を持つSr_3OsO_6薄膜を,分子線エピタキシー法によって創製しました.高品質な薄膜を合成するには,合成時にSr_3OsO_6を構成するそれぞれの元素の供給量を精密に制御することが重要になります.従来,3000 ℃以上の融点を持つOs原子の供給量の精密制御は困難とされていましたが,供給する原子の量を原子からの発光を利用してモニタし,高出力電子線蒸着源の出力にリアルタイムでフィードバックすることにより,Sr原子とともにOs原子の供給量の精密制御に成功しました.この技術の確立により,原子レベルでSrとOsが規則的に配列した超高品質なSr_3OsO_6薄膜(図(b))の合成が可能となりました.

■今後の展開

放射光施設などの利用で可能となる先進的な分光手法を用いて,新物質Sr_3OsO_6の電子状態に関するさらに詳細な知見を得ることで,強磁性体の学理の構築への貢献をめざします.また,高温で安定に動作する高機能磁気素子の実現へ向けて,Sr_3OsO_6を材料に用いた素子を作製し,トンネル磁気抵抗効果の実証などに取り組んでいきます.

■参考文献

(1) Y. K. Wakabayashi, Y. Krockenberger, N. Tsujimoto, T. Boykin, S. Tsuneyuki, Y. Taniyasu, and H. Yamamoto: "Ferromagnetism above 1000K in a highly cation-ordered double-perovskite insulator Sr_3OsO_6," Nature Communications, Vol.10, No.535, 2019.

◆問い合わせ先

NTT先端技術総合研究所

広報担当

TEL　046-240-5157

E-mail　science_coretech-pr-ml@hco.ntt.co.jp

URL　http://www.ntt.co.jp/news2019/1902/190212a.html

超精密原子供給技術で挑む超伝導・磁性物質の創製

研究者紹介

若林　勇希

NTT物性科学基礎研究所

低次元構造研究グループ

研究員

NTT物性科学基礎研究所では,独自の酸化物薄膜成長技術によって,従来のコンセプトを変えるような新しい超伝導体や磁性体(磁石になる物質)の合成を行っています.超伝導や磁石の性質を示す多くの酸化物は,3種類以上の元素の組み合わせでできているため,高品質な薄膜を合成するには,物質を構成するそれぞれの元素の供給量を精密に制御することが重要になります.私が所属するグループでは,供給する原子の量を原子からの発光を利用してモニタしながら精密に制御する技術を確立しています.

今回,この技術によって,電気を通さない物質(絶縁体)の中で最高の温度(780 ℃以上)で磁石としての性質を示す新物質Sr_3OsO_6〔Sr(ストロンチウム),Os(オスミウム),O(酸素)からなる物質〕を世界で初めて合成・発見することができました.本成果は,室温～250 ℃程度の実用的な温度で安定に動作する,磁気ランダムアクセスメモリや磁気センサといった高機能磁気素子の開発につながるものと期待されます.

私は入社以前から,この原子供給制御技術を用いた物質創製に挑みたいと思っており,幸運にも希望のグループへ配属されました.諸先輩方によって確立された技術を活かして,世界中が驚くような新しい物質を合成したいという夢を持って日々実験に取り組んでいます.技術を極めた先に大きな発見があると信じて,これからも高品質な酸化物薄膜の創製に挑んでいきます.

Focus on the News

Deakin University，Western Sydney UniversityとDimension Data Australia，NTT，イノベーションの加速に向けMOUを締結

Deakin University，Western Sydney University，Dimension Data Australia，NTTは，日豪共通の課題の解決に向けてコ・イノベーションを推進していくためのMemorandum of Understanding（MOU）を締結しました．4者はまず，「高齢者が健康で自立し，安全な生活を送ることのできる社会」をビジョンとして設定し，高齢者の生活，健康および福祉の向上を目的とする革新的な解決策を創出し，それらを社会に実装するための協働を開始します．NTTが海外の研究機関とこのようにビジョンを共有したパートナーシップを締結することは初めてのことです．

■パートナー締結に至る背景

高齢者への医療・福祉を重視した背景としては，両国が高齢化に伴い，高齢者ケアにおける高齢者の尊厳の保持や介護負担の軽減などの深刻な問題を抱えていることが挙げられます．日本ではさまざまな情報や知識が共有され，今までにない新たな価値を生み出すことで，さまざまな課題や困難を克服する社会「Society 5.0」が未来像として提唱されており，介護を含むヘルスケアや次世代の医療についても議論がなされています．本パートナーシップにおいても「Society 5.0」を踏まえ，上記問題に対処するための技術や解決策を創造し，現実社会へのフィードバックを推進します．認知症患者とその家族や介護者とのコミュニケーションを支援するための研究開発や，高齢者や障害者の安心・安全な生活を実現するスマートホームの研究開発など，複数のテーマについて共同研究プロジェクトを立ち上げ，2019年度中に研究を開始します．得られた研究成果についてはオーストラリアでのPoC（Proof of Concept）を実施し，Dimension Data Australiaを通じてグローバル市場に展開していきます．

■4者の役割

Deakin University, Western Sydney Universityは，研究開発リソース，応用研究に関する知識等のアセットの提供や研究成果の商用化を，Dimension Data Australiaはこれまでの実ビジネスの経験に基づく社会実装に向けたビジネスパートナーとのエコシステムの構築や研究成果の商用化，社会実装の推進を，NTTは情報通信技術に基づく研究開発アセット，リソースの提供や価値創造に資するB2B2Xモデルの理念の共有を行います．

◆問い合わせ先

NTT研究企画部門
プロデュース担当
E-mail　med-ml@hco.ntt.co.jp
URL　http://www.ntt.co.jp/news2019/1903/190326a.html