

# NTT

# 技術ジャーナル

## IOWN構想特集

## —コグニティブ・ファウンデーション®—

## NTTグループの食農分野の取り組み

Quality estimation  
Cognitive Foundation®  
Multi Orchestrator  
Operational level agreement  
Zero-touch operation  
Global Navigation Satellite System  
Wireless communication  
Food value chain  
Assurance automation  
Internet of things  
Global Agriculture  
Artificial intelligence  
Food and Agriculture  
Application programming interface  
Proof of concept  
Ultra Narrow Band  
Food loss  
Large greenhouse  
Service level agreement  
Sustainable Development Goals  
Low Power Wide Area

■グループ企業探訪  
NTTe-Sports

■from NTT西日本  
社会課題・ビジネス課題解決に向けた研究開発の取り組み

4 2020  
Vol.32 No.4

特集

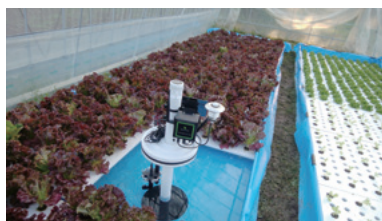
# IOWN構想特集—コグニティブ・ファウンデーション®— ..... 4



|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| IOWN構想に向けたコグニティブ・ファウンデーション®<br>関連技術の取り組み ..... | 6  |
| 複数無線アクセス最適利用のための品質予測技術 .....                   | 11 |
| インテリジェント・ゼロタッチオペレーション .....                    | 14 |

特集

# NTTグループの食農分野の 取り組み ..... 38



|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| NTTグループの食農分野の取り組み .....                        | 40 |
| 社会的要請にこたえる「農業の新しいカタチ」を創り、<br>世界へ！ .....        | 45 |
| 食農プラットフォーム「Tsunagu」を使った食農<br>バリューチェーンの展開 ..... | 50 |
| 次世代の農業を支える新しい農業ICTの創出 .....                    | 53 |
| NTTデータの食農・農業分野の取り組み .....                      | 57 |

## from ★NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 妊婦の病気の予防・早期発見に向けた共同研究成果<br>—病気の予兆を示すライフログや体内物質の変動パターンが<br>明らかに— ..... | 18 |
|-----------------------------------------------------------------------|----|

## 挑戦する研究者たち



岡本 龍明 フェロー NTT Research, Inc. CIS Lab 所長  
世界トップの暗号研究所をめざして ..... 26

## グループ企業探訪



株式会社 NTTe-Sports ..... 30  
eスポーツという新しい領域で地域貢献

## from ◆ NTT西日本

社会課題・ビジネス課題解決に向けた研究開発の取り組み ..... 34

## グローバルスタンダード最前線

■ WRC-19・ITU-Rにおける5 GHz帯無線LAN  
制約緩和の国際条約改正の取り組み ..... 62

## テクニカルソリューション

■ 最近の故障事例の紹介  
——設備の材料劣化に関するトラブル ..... 66

Focus on the News ..... 69

イベント ..... 75

読者の声 ..... 76

5月号予定

編集後記

本誌掲載内容について  
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構想特集 —コグニティブ・ファ

Cognitive Foundation<sup>®</sup>

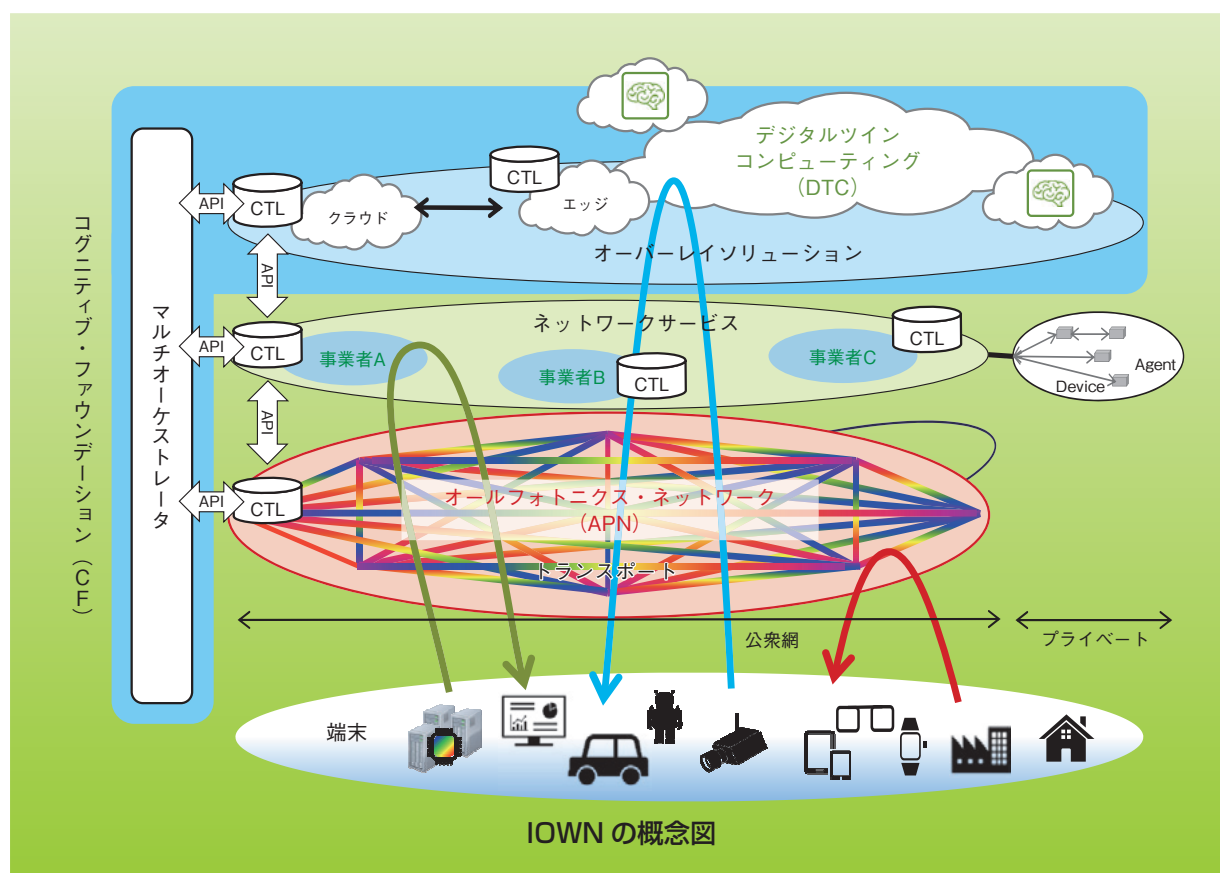
マルチオーケストレータ

IOWN

保守自動化

無線通信

本特集では、B2B2Xモデルをさらに促進するために、NTTグループが進めているIOWN（Innovative Optical and Wireless Network）構想の1つであるコグニティブ・ファウンデーション<sup>®</sup>の概要、およびこれらを支える技術、現在の取り組みについて紹介する。





# ウンダーション®

## ■ IOWN構想に向けたコグニティブ・ファウンダーション®関連技術の取り組み

6

NTTグループにおける、アプリケーションやソリューションを提供するためのICTリソースの配備や構成の最適化といったライフサイクルマネジメントの完全自動化・自律化、そして自己進化の実現に向けた取り組みについて紹介する。

## ■ 複数無線アクセス最適利用のための品質予測技術

11

人やモノが無線アクセスの選択・接続などをせず、無意識かつ快適に使えている世界をめざし、機械学習技術を活用した無線品質予測技術によりプロアクティブに無線環境を制御する技術「Cradio」を紹介する。

## ■ インテリジェント・ゼロタッチオペレーション

14

AI（人工知能）を組み込んだインテリジェント・ゼロタッチオペレーションのユースケースと、その中に登場する3つのAI技術について紹介する。

# IOWN構想に向けたコグニティブ・ファウンデーション®関連技術の取り組み

爆発的に増えるデバイスの管理、多様化するデジタルサービスなど、さまざまな産業や社会システムで高まるニーズに素早く対応するためのICTが求められています。本稿では、NTTグループにおける、アプリケーションやソリューションを提供するためのICTリソースの配備や構成の最適化といったライフサイクルマネジメントの完全自動化・自律化、そして自己進化の実現に向けた取り組みについて紹介します。

は せ べ かつゆき†1 あ お き だいすけ†1

長谷部 克幸 / 青木 大輔

く さ か べ ゆうすけ†1 かんざき まこと†1

日下部 優介 / 神崎 誠

く どう い ち ろ う†2 い け べ たかし†2

工藤 伊知郎 / 池邊 隆

NTT技術企画部門†1

NTT研究企画部門†2

## はじめに

本格的な5G（第5世代移動通信システム）/IoT（Internet of Things）時代に入り、あらゆるモノがネットワークにつながり、大量のデジタルデータの効率的な収集・蓄積が可能となっただけでなく、AI（人工知能）を用いて、業務効率や生産性の向上に資する高度な分析・予測も可能となってきています。その一方で、少子高齢化や労働力人口の減少、膨大な被害を及ぼす自然災害などの社会的課題を解決し、社会に大きな変革をもたらす「デジタルトランスフォーメーション（DX）」への期待が高まっています。NTTグループは、このような時代の要請にこたえるさまざまな分野のサービス事業者（センターB）を支えることで、エンドユーザへの新たな価値創造を実現するB2B2Xモデルの推進に取り組んでいます<sup>(1)</sup>。

本特集では、B2B2Xモデルをさらに促進するための、NTTグループが進める構想とその構想を支える技術、現在の取り組みなどについて紹介します。

## コグニティブ・ファウンデーション®

コグニティブ・ファウンデーション®

（CF: Cognitive Foundation®）構想とは、クラウドやネットワークサービスに加え、ユーザのICTリソース<sup>\*1</sup>を含めた配備や構成の最適化、つまり構築・設定および管理・運用を、一元的に実施するものです。従来これらのICTリソースは、アプリケーションやソリューションごとにサイロ化され、個別の配備や構成の最適化といったライフサイクルマネジメントが必要でした。さらに昨今では、エッジコンピューティングやハイブリッドクラウドにおける高度な分散連携が求められるユースケースが増えるなど、ICTリソースのライフサイクルマネジメントは、継続かつ複雑化する傾向にあり、社会システムを提供するセンターBがアプリケーションやソリューションの開発・提供に注力するうえで、大きな負担となっていました。

コグニティブ・ファウンデーション®構想では、マルチドメイン<sup>\*2</sup>、マルチレイヤ<sup>\*3</sup>、マルチサービス・ベンダ環境における迅速なICTリソースの配備と構成の最適化、さらには、完全自動化・自律化、そして自己進化することで、センターBが本来のビジネスに注力いただけるようにしていきます（図1）。

## マルチオーケストレータ

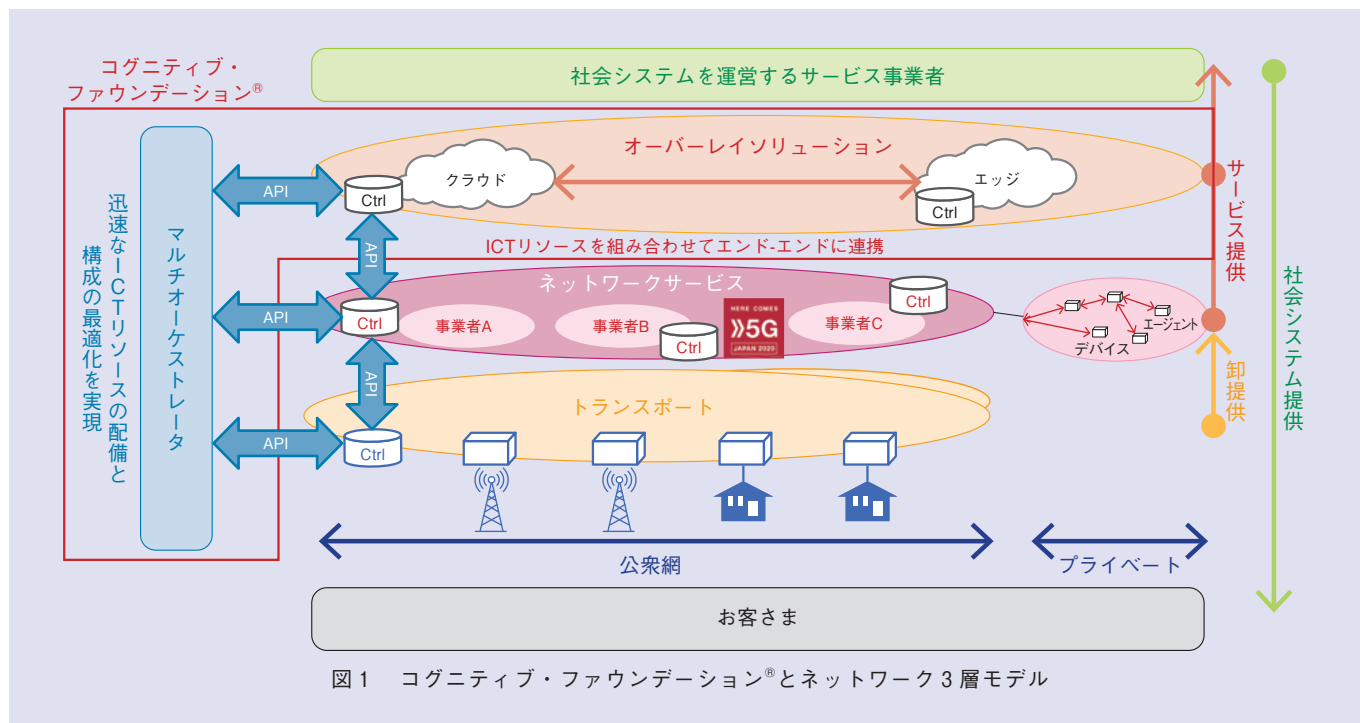
コグニティブ・ファウンデーション®構想を構成する要素は2つです。1つは、前述したさまざまなICTリソースです。もう1つは、キーテクノロジーであるマルチオーケストレータ（MO: Multi Orchestrator）です。このマルチオーケストレータが、センターBの要望に応じて、さまざまなICTリソースの配備、構成の最適化を一元的に実施することで、コグニティブ・ファウンデーション®構想を実現します。

マルチオーケストレータは、次の3つの機能群で構成されており、各機能群はAPI（Application Programming Interface）を通じて疎結合可能なかたちになっています。

\*1 ICTリソース：センターBが提供するアプリケーションやソリューションを支えるマルチドメイン、マルチレイヤにおけるコンピューティングリソース、各種サービスを構成するCPU/GPUやメモリーを含みます。

\*2 マルチドメイン：クラウドサービス、自社/他社のデータセンター、ネットワークエッジやサーバの設置場所など、物理的に分散した拠点。

\*3 マルチレイヤ：オーバーレイソリューションに位置付くIaaS（Infrastructure as a Service）/PaaS（Platform as a Service）/SDN（Software Defined Network）といった仮想化されたICTリソースに加え、有線や無線のネットワークサービスやそれらを支えるトランスポートネットワーク。



- ① オーケストレーション機能群：ワークフローエンジンとICTリソースごとに適したコマンドに変換するアダプタ群
- ② マネジメント機能群：標準データモデルに基づく構成情報、設計情報などの管理機能群
- ③ インテリジェント機能群：設計・構築・試験から運用などのICTリソースを常に最適に保ち自律運用を可能とするAI機能群

現在、マルチオーケストレータの3つの機能群を網羅する類似製品は市場にはなく、特に②、③については、ほかとの差異化要素として競争力の源泉となるように、技術特許の申請を行いながら内製開発を進めています。3つの機能群の基本的な開発は、2019年度に完了しています。

コグニティブ・ファウンデーション®構想は、NTTコミュニケーションズ

にてマルチオーケストレータのさらなる機能充実・高度化を継続するとともに提供していきます。

現在、コグニティブ・ファウンデーション®構想を具現化する取り組みとして、米国ラスベガス市におけるスマートシティがあります。また、並行して複数のPoC（Proof of Concept）にも取り組んでいます。今後もスマートファクトリー、スマートヘルスケア、スマートスポーツなどのスマートワールドの実現に向けて取り組んでいきます。

### IOWNの実現に向けた取り組み

コグニティブ・ファウンデーション®は、IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）においても要となる取り組みです。IOWNとは、2019年にNTTグループが公表した将来に向けた持続可能な成長を実現するため

の技術的な課題の解決をめざす新しい情報流通基盤の構想です。この課題とは、IoT、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こと、加えて半導体進化の停滞も取りざたされており、持続的な成長が困難になるおそれがあることです。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「IOWN Global Forum」<sup>(2)</sup>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くものです。

このIOWNは、ネットワークから端末まですべてにフォトリソ技術を導入した「オールフォトリソ・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）」、そしてあらゆるものをつないで制御する「コグニティブ・ファウンデーション®（CF）」の3つの要素から構成されます。

コグニティブ・ファウンデーション®は前述のとおり、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仕組みです。コグニティブ・ファウンデーション®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リソースの配備と構成の最適化を実現することができます。

今後、コグニティブ・ファウンデーション®はIOWNの実現に向けて、さらなる自動化と自律的・自己進化型のネットワークのマネジメントと、AI基盤・データのマネジメントが可能な基盤への進化をめざします。前者で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、最終的には自己進化型のオペレーションをめざした研究開発に取り組んでいきます。後者では、膨大なリアルタイムでの推論・予測・最適化処理を支えるAI基盤、散在するデータを低遅延かつ安全にやり取り可能にす

るデータ流通に取り組んでいきます。またコグニティブ・ファウンデーション®はさまざまなリソースを安全に組み合わせる必要があり、そのためのセキュリティ技術についても研究開発に取り組んでいきます。

### 米国ラスベガス市における公共安全ソリューションの取り組み

NTTグループでは、B2B2Xモデルに基づき、スマートシティ、スマートファクトリー、スマートヘルスケア、スマートスポーツなどのスマートワールドの実現に向けて取り組んでいます。コグニティブ・ファウンデーション®構想を具現化した取り組みである米国ラスベガス市におけるスマートシティ（公共安全ソリューション）に関する取り組みについて紹介します。

#### ■公共安全ソリューションに求められる社会課題

近年、都市部での犯罪や災害などが増加する中、多くの人が集まる市街地やイベント会場等において、群衆の動き、交通状況、緊急事態の発生等を把握し、市民の安全を守ることは、自治体や警察、消防等の関係当局にとってますます重要になっています。特に、関係当局における初期対応時間の短縮を実現するためには、複数センサの配置による迅速な状況把握に加え、事件性の高いインシデントを事前に予測・分析することが、公共安全ソリューションに求められています。

#### ■米国ラスベガス市における公共安全ソリューション

このような社会課題を踏まえ、2018年9月からNTTグループは、デルテクノロジーグループとともに、ラス

ベガス市のイノベーション地区に、高解像度ビデオカメラ、音響センサおよびIoTデバイスを配備し、ラスベガス市職員の現場状況認識に役立つ情報を収集・分析しました。また、将来の経済的な機会を創出する交通管理等を実現するためのデータ基盤について、ラスベガス市と共同で検証を進めてきました。この共同実証実験におけるポイントは、以下の3つです（図2、3）。

- ① コグニティブ・ファウンデーション®：マルチドメイン環境における迅速なICTリソースの配備と構成の最適化を実現。具体的には、センサに近い場所にあるマイクロデータセンター（エッジ）およびお客さまのデータセンター（コア）に分析環境を配置。エッジでの分析により得られた結果やさらなる分析が必要なデータだけがコアに転送されるICTリソース構成を遠隔から迅速に構築。
- ② プロアクティブ・レポート（トレンド分析）：タイプの異なる複数のセンサから集められたセンサ情報を集約し、群衆の動きや量、交通状況、周辺での事件性の高い音声等の情報に加え、気候データやSNS情報等を総合的に活用し、NTTグループが有するAI技術「corevo®」を活用した先進的かつ高度なトレンド分析を実施することにより、事態の深刻度や事件性の有無を予測分析。
- ③ リアクティブ・レポート（エッジ検知）：センサ付近に配置されたマイクロデータセンターにおいて上記AI技術を活用し、群衆の動きや量、危険車両の動き、顔認



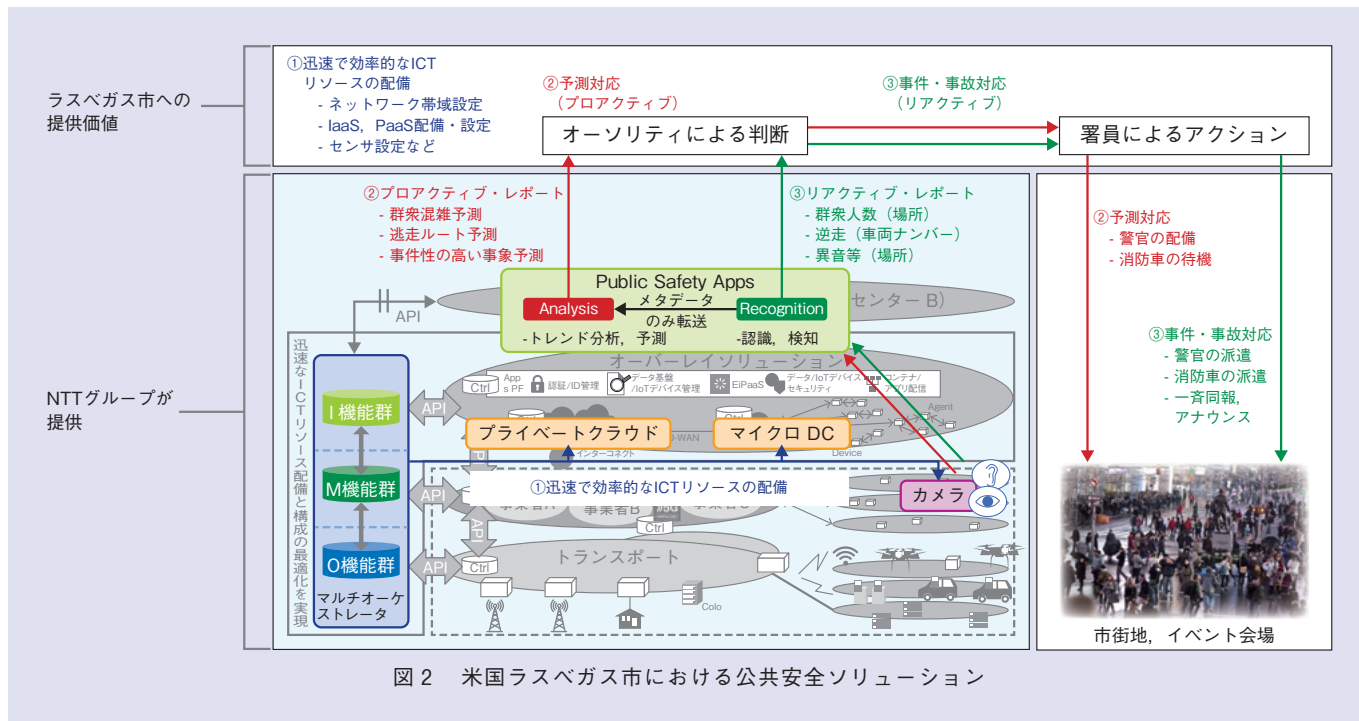


図2 米国ラスベガス市における公共安全ソリューション

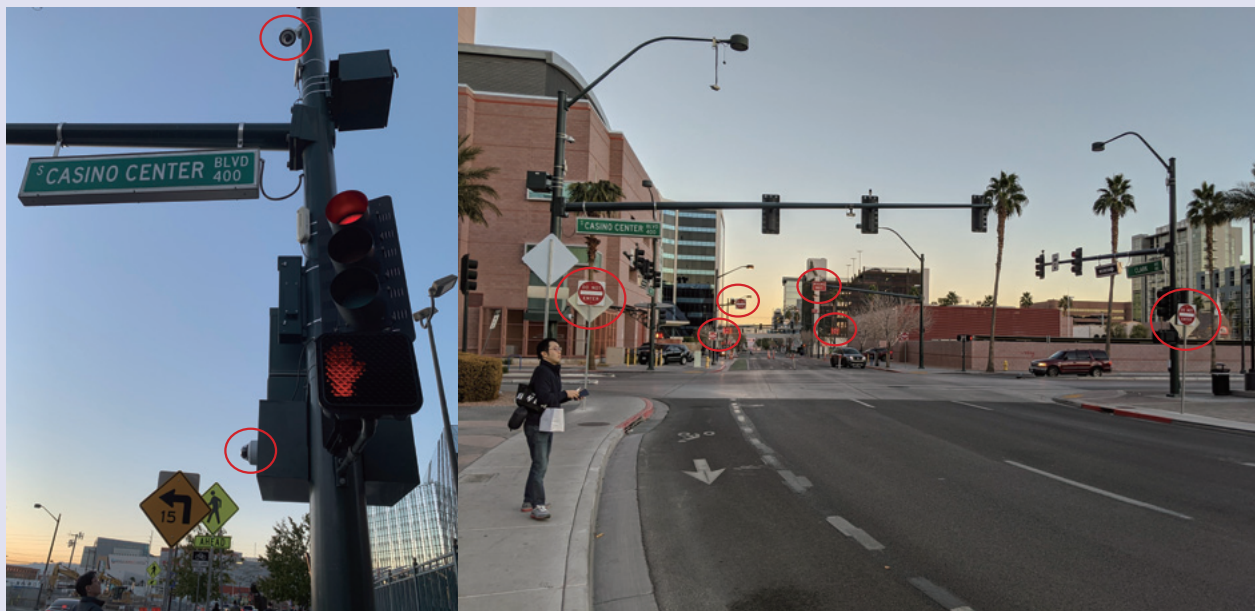


図3 ラスベガス市のイノベーション地区に設置しているビデオカメラや道路標識

証や画像解析による指名手配犯や盗難車両のリストとの一致有無、銃声や叫び声等事件性の高い音声といった周辺状況を常時監視し、

センサ付近 (エッジ) にて検知することにより、インシデント発生後の迅速な検知と当局への通報を実施。

実証実験の結果、例えば、逆走が多発していた一方通行の道路を監視・分析したところ、道路標識が見えにくかったり、道路上の塗装が消えていた

りと原因が明らかになりました。ラスベガス市は、このような分析結果に基づいて、さまざまな対応策を講じているところです。

### ■今後の展開

2018年12月、実証実験の成果に基づき、NTT、ネバダ州、ラスベガス市は、先端技術を活用したスマートシティ推進について合意しました。2019年2月からは、NTTグループ（NTT、NTTデータ、Dimension Data、NTTコミュニケーションズ、NTTコムウェア、NTTセキュリティ）は、ラスベガス市に対してスマートシティソリューションの商用提供を開始しており、2020年現在は、ラスベガス市ダウンタウンエリアにある同市の新たなイノベーションセンター（THE INTERNATIONAL INNOVATION CENTER @ VEGAS）<sup>(3)</sup>を活用し、提供エリアをさらに拡大するとともに、スマートシティソリューションの機能拡張や他都市への展開について、さらに連携を進めています。今後は、協業パートナーとも連携しながら、米国の他州・他市や、APAC、EMEA（Europe, the Middle East and Africa）に対しても、コグニティブ・ファウンデーション®をベースに構築されたスマートワールドの実現に向けたソリューションをグローバルに展開していきます。

### 無線アクセスを最適化する「Cradio（クレイディオ）」

IOWNの「W」、無線についてもコグニティブ・ファウンデーション®は大いに関係します。世の中にはさまざまな無線の方式があります。従来の4

G/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、大変複雑になっています。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「Cradio（クレイディオ）」の研究開発に取り組んでいます。Cradio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。例えば通信相手がWi-Fiのスループットが低い場所にいるときに、急いで情報を送りたい場合には、ネットワーク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。詳細は本特集記事『複数無線アクセス最適利用のための品質予測技術』をご参照ください。

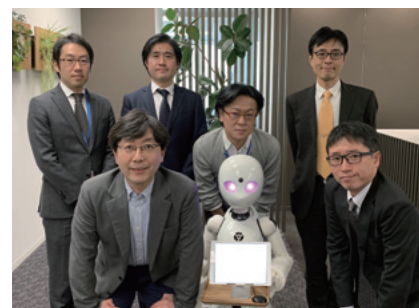
### 自己進化型のオペレーション

2019年は台風による大きな災害により通信サービスも大きな影響がありました。NTTグループが通信基盤を提供していく中で、これまでも機器が発するログから障害をAIが予測して自発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。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を立案し実行します。未来予測を用いシステム自体が進化していく、自己進化型のオペレーションをコグニティブ・ファウンデーション®に取り入れていきます。詳細は本特集記事『インテリジェント・ゼロタッチオペレーション』をご参照ください。

### ■参考文献

- (1) 澤田：「Smart Worldの実現に向けて」NTT技術ジャーナル、Vol.31, No.1, pp.4-10, 2019.
- (2) <https://iowngf.org/>
- (3) <https://innovate.vegas/IIC-Vegas>



（後列左から）神崎 誠/ 日下部 優介/  
青木 大輔/ 池邊 隆  
（前列左から）長谷部 克幸/ 工藤 伊知郎

IOWN構想の実現に向けて、コグニティブ・ファウンデーション®構想を具現化したスマートワールドの実現や関連技術の研究・開発に取り組んでいます。

### ◆問い合わせ先

NTT技術企画部門

プラットフォーム戦略担当

TEL 03-6838-5225

E-mail pf-str-all@hco.ntt.co.jp

# 複数無線アクセス最適利用のための品質予測技術

デジタル化による変革が叫ばれる中、人や物をつなぐ無線通信の重要性は拡大しており、使用される周波数帯や無線アクセス規格も多様化しています。一方で無線品質は状況に応じて刻々と変化するため、適切な無線アクセスを使い分けるにはユーザが意識して選択する必要があります。そこで、人やモノが無線アクセスの選択・接続などをせず、無意識かつ快適に使えている世界をめざし、機械学習技術を活用した無線品質予測技術によりプロアクティブに無線環境を制御する技術の開発を推進しています。

わか お けいすけ      かわむら けんいち

若尾 佳佑 / 河村 憲一

もりやま たかつね

守山 貴庸

NTTアクセスサービスシステム研究所

## 背景

デジタル化による社会変革が重要性を増している中で、スマートフォンの通信量は増加し、IoT（Internet of Things）の発展によりさまざまなモノが接続されるなど、無線通信の果たす役割は生活のあらゆる場面で格段に高まっています。一方で、多様化する無線通信の用途に合わせて、さまざまな無線通信規格が登場してきています。さらに、利用する無線の周波数帯も数100 MHzから数10 GHzといった高い周波数帯まで拡大しており、特性の異なる周波数帯の電波と、さまざまな無線規格を状況に応じて使い分けることが必要になってきています。このような複雑なヘテロジニアスな無線環境の中で、ユーザが意識することなく、ナチュラルな使用感でいつも適切な無線規格が利用できている世界が理想といえます。

無線通信の品質は状況に応じて刻々と変化し、周囲のシステムからの干渉等により品質が安定しない場合があります。このような無線アクセスを、利用目的に応じて最適に利用できるようにするためには、無線通信の品質を制

御する技術が重要になります。そこでNTTでは、IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）構想の1つとして、利用者の状況に合わせたプロアクティブな通信エリア形成の実現や複数の無線アクセスの連携技術などにより、無線品質を制御し、無線ネットワークを意識しない通信環境の実現に取り組んでおり、特にその無線制御技術群を「Cradio」（クレイディオ）<sup>(1)</sup>と名付け、研究開発を加速させています。

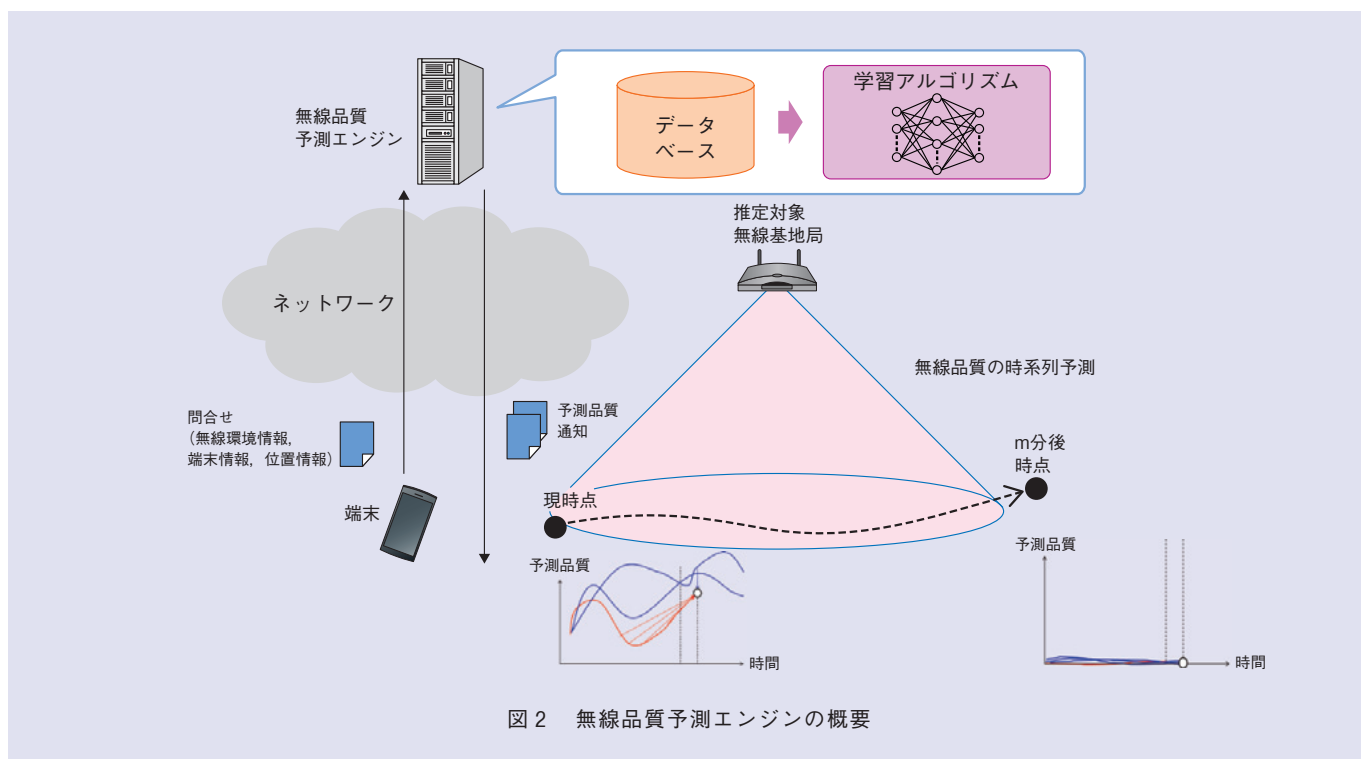
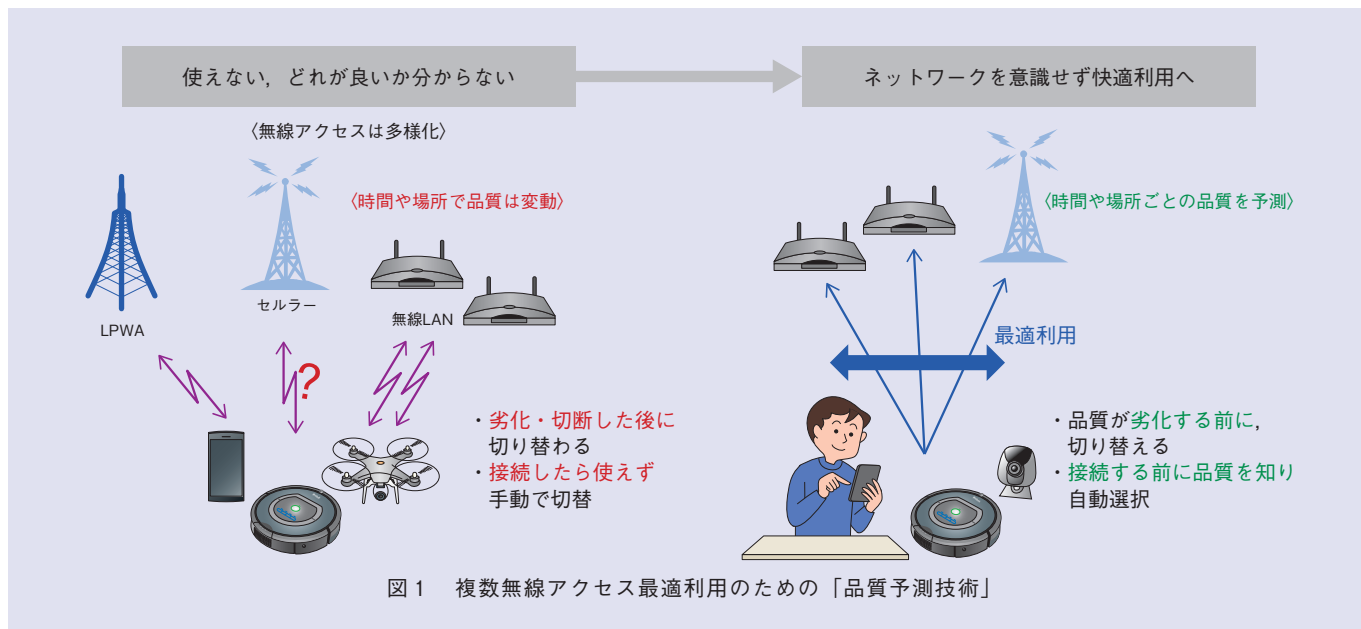
## 無線品質予測技術

Cradioの無線制御技術の1つとして、近年無線通信への適用が活発に研究されている機械学習技術<sup>(2)</sup>を活用して無線品質の変化をプロアクティブに予測する無線品質予測技術に取り組んでいます。無線品質予測技術により、品質が劣化する前に無線エリア形成を柔軟に変更し、端末が接続する無線基地局やほかの無線アクセスに切り替えることにより品質向上を実現します（図1）。

これまでの無線端末が利用する基地局の選択では、主に基地局からの受信信号の強度を元にしていましたが、近年の無線通信利用者が爆発的に増加し

た環境では、通信の混雑度合いや機種ごとの特性、アプリケーションの特性などの条件が多様化するため合理的でなくなっています。そこで本技術では、端末で常時測定されている詳細な情報をサーバで収集し、機械学習\*によって分析することで、各端末の無線通信のスループット、遅延、ジッタ、パケットロスの予測値を算出し、端末側へ通知します。これにより端末やアプリケーションごとに最適な無線基地局への切替、利用する無線アクセス方式の選択を実現します。本技術の概要を図2に示します。無線品質予測エンジンは、クラウド上あるいは管理ネットワーク内に設置されたネットワーク上のサーバ装置です。端末から無線品質予測エンジンに対して、位置情報や端末種別、無線アクセス種別、および無線環境のスキャンデータ、通信品質の実績値など、端末で測定される詳細な情報を定期的にアップロードし、履歴情報をデータベース上に蓄積します。このデータベースを基に、無線品質予測エンジンでは機械学習アルゴリズム

\* 機械学習：サンプルデータから統計処理により、有用な判断基準をコンピュータに学習させる枠組み。





の学習処理を行います。無線アクセスを利用する端末は、位置情報や無線環境情報を付加して無線品質予測エンジンに対して問合せを行うことで、周囲に見えている基地局に接続時に得られる品質（スループット、遅延、ジッタ、パケットロス）の将来の予測値を取得します。その予測値に基づきアプリケーションの特性を考慮して、接続する基地局を選択します。このようにして、過去の実績に基づいた品質予測値から利用する無線アクセスを最適に選択できる手段を実現します。

無線品質予測エンジンを用いることの良いところの1つは、データを効率的に収集し機械学習の学習処理時間を短縮できることです。先述のように、機械学習を用いてある入力情報から品質予測を行うには、あらかじめ入力情報および品質値の実績データを収集する必要がありますが、その収集を予測対象の端末1台で実施すると多くの時間を要します。これに対して、無線品質予測エンジンを配備し予測対象端末だけでなく他の多くの端末からもデータを収集することで、十分な数のデータを効率的に収集し学習処理を速やかに実施することができます。一方、このような手法をとることで別の課題が生まれます。例えば、むやみに全端末の収集データを統合し機械学習を適用しても、端末の性能が機種ごとに異なるため有益な学習ができません。さ

らに言えば、機種やエリアに応じて端末が収集できる情報の種類や定義が異なるので、そのままでは共通の機械学習アルゴリズムへの入力もできない、といった課題も出てきます。Cradioの無線品質予測エンジンの研究開発では、こういった課題を克服できる機械学習アルゴリズムの検討を進め、多数・多種類の端末が収集データを共用し合うことで、無線アクセスを無意識に最適に利用できることを実現する無線品質予測技術の実現をめざします。

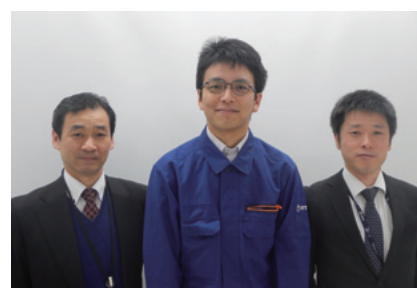
本技術の活用例としては、無線通信の妨げになりやすい障害物が多く、OA機器などの影響によって無線通信の混雑度合いが大きく変化する大型倉庫で用いられる自動搬送ロボットが、安定した無線通信を維持するための通信制御への利用などが想定されます。

## 今後の展望

今後は、さまざまな環境情報の利用と機械学習アルゴリズムの改善による無線品質予測技術の向上を行い、より自然な使用感をめざして技術を発展させます。

## 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, pp.41-42, 2019.
- (2) C. Jiang, H. Zhang, Y. Ren, Z. Han, K. C. Chen, and L. Hanzo: “Machine Learning Paradigms for Next-Generation Wireless Networks,” IEEE Wireless Communications, Vol.24, No.2, pp.98-105, April 2017.



(左から) 守山 貴庸/ 若尾 佳佑/  
河村 憲一

さまざまな無線アクセスを使いつつも、ユーザがその違いを意識することなく自然に使い分けられ、いつでもどこでも安定的に通信できる世界の実現に向け、これからも研究開発に取り組んでいきます。

## ◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所

無線アクセスプロジェクト

TEL 046-859-3290

E-mail keisuke.wakao.gm@hco.ntt.co.jp

# インテリジェント・ゼロタッチオペレーション

やまこえ きょうこ†1 にし お まなぶ†1

山越 恭子 / 西尾 学

こばやし まさひろ†2 はら だ しげあき†2

小林 正裕 / 原田 薫明

の ず え はるひさ†3

野末 晴久

NTTネットワークサービスシステム研究所<sup>†1</sup>  
 NTTネットワーク基盤技術研究所<sup>†2</sup>  
 NTTアクセスサービスシステム研究所<sup>†3</sup>

NTT研究所では、ネットワークサービスの保守稼働低減・平準化をめざして、ゼロタッチオペレーション技術の研究開発に取り組んでいます。本稿では、AI（人工知能）を組み込んだインテリジェント・ゼロタッチオペレーションのユースケースと、その中に登場する3つのAI技術について紹介します。

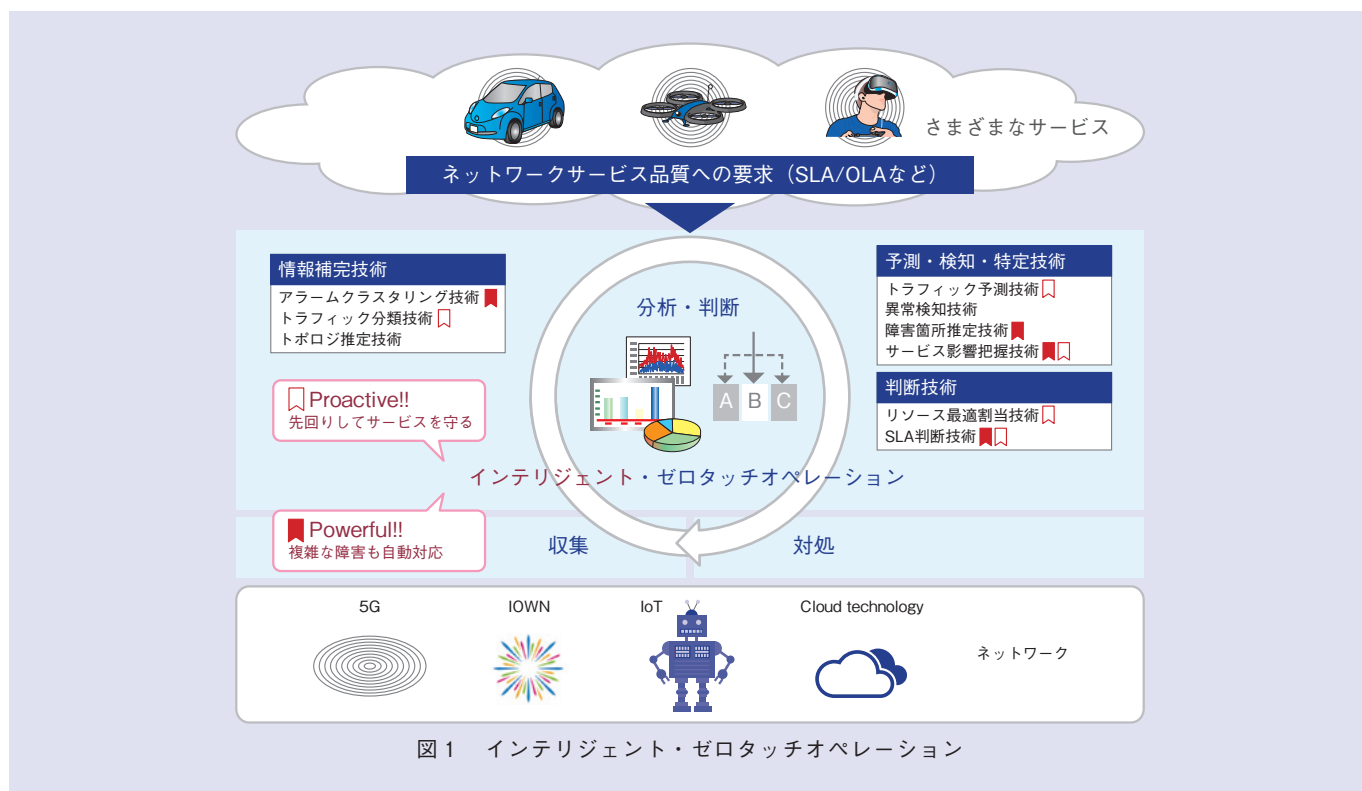
## 背景

NTT研究所では、IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）構想の一環として、マルチドメインのさまざまな拠点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、サービスの構築運用に必要な機能群を提供するコグニティブ・ファウンデーション®（CF: Cognitive Foundation）

の実現をめざしています。本稿では、その実現を支える代表的な技術の取り組みについて紹介します。

現在のネットワーク運用では、故障や品質劣化によりアラームが発生すると、オペレータが情報を分析・判断し、設定変更や故障交換等の対処を行っています。IOWN時代に向けて、サービス種別や求められる品質レベルの多様化が進んでオペレーションが複雑化する

とともに、人員通減が進むと考えられることから、オペレータ稼働の低減が課題となります。そこでNTT研究所では、オペレータが行っていた分析・判断をAI（人工知能）群が代行し、情報収集から対処まで自動実行する、インテリジェント・ゼロタッチオペレーションの研究開発に取り組んでいます（図1）。これまで、インテリジェント・ゼロタッチオペレーションの基



盤技術として、さまざまなAIから共通的に利用可能なネットワークリソース管理技術<sup>(1)</sup>や、情報収集、分析・判断、対処の工程全体を連携させるフェデレーションエンジン技術<sup>(2)</sup>を確立してきました。そしてこれらの基盤技術と連携し、より複雑な故障対処の自動化を実現するため、高度な情報「分析」と「判断」を行うAI群の研究を進めています。

### トラフィック分類・予測技術

近年、ユーザ端末やサービスの多様化に伴い、通信トラフィックの変動が複雑化し、予測が困難になっています。そこで、NTT研究所のトラフィック分類・予測技術<sup>(3)</sup>では、特徴が類似したトラフィックをクラスタに分類し、クラスタごとの特徴をとらえることで複雑な変動を高精度に予測します。時系列クラスタリング手法の1つである非負値テンソル因子分解を用い、送信元・送信先・送信時刻・通信量に基づき、特徴が類似したトラフィックをクラスタ化することが研究所技術の特徴です。本技術を用いることで、リンクごとの輻輳の有無を正確に予測でき、プロアクティブな対処につなげることができます。

### SLA判断技術

ゼロタッチオペレーションの実現には、高度なデータ分析技術に加え、対処に必要な判断を自動化する技術が必要です。判断とは、例えば品質劣化時の対処要否や、複数の故障間の優先度、

対処コストを考慮した際に最適な対処時期、実施者、対処方法等の判断が挙げられます。

SLA (Service Level Agreement)<sup>\*1</sup> 判断技術では、オペレーションの根源的な目的はサービス品質維持であることに着目しました。本技術は、サービス品質を示す情報（サービス・ユーザ単位の故障継続時間やトラフィックの平均遅延・ジッタ・ロス等の値）を、満たすべきサービス品質〔ユーザのSLAや社内のOLA (Operational Level Agreement)<sup>\*2</sup>など、運用主体が設定した値〕を基準に評価することで、対処に必要な判断を自動的に行います。具体的な適用例としては、①ボトルネック区間を通過するサービス・ユーザのSLA違反予測に基づく対処要否の判断自動化や、②現地作業員の手配時間帯による派遣コスト増減と対処時間長延化によるSLA違反の損失増を比較した、最適な派遣タイミングの判断自動化があげられます<sup>(4)</sup>。

### 障害箇所推定技術

大規模ネットワークにおいて障害が発生すると、多種多様なアラームが大量に通知され、障害箇所の切り分けに大きな稼働を要します。障害箇所推定技術<sup>(5)</sup>では、事前に学習したルールを用いて障害箇所を推定し、候補をトポロジマップ上に可視化することで、ネットワーク保守業務の迅速化・負担軽減（OPEX削減）を実現します。過去の障害で発生したアラーム等のイベントとその障害箇所・原因について、

事前にそれらの組合せの類似度を基に関連性を導出し、適切な障害箇所推定ルールを自動的に学習・生成することにより、複雑な故障でも瞬時に障害箇所を推定します。ルール条件が自動的に生成されるため、従来は保守者のスキルやノウハウに頼っていた障害切り分けルールの形式化にも貢献します。

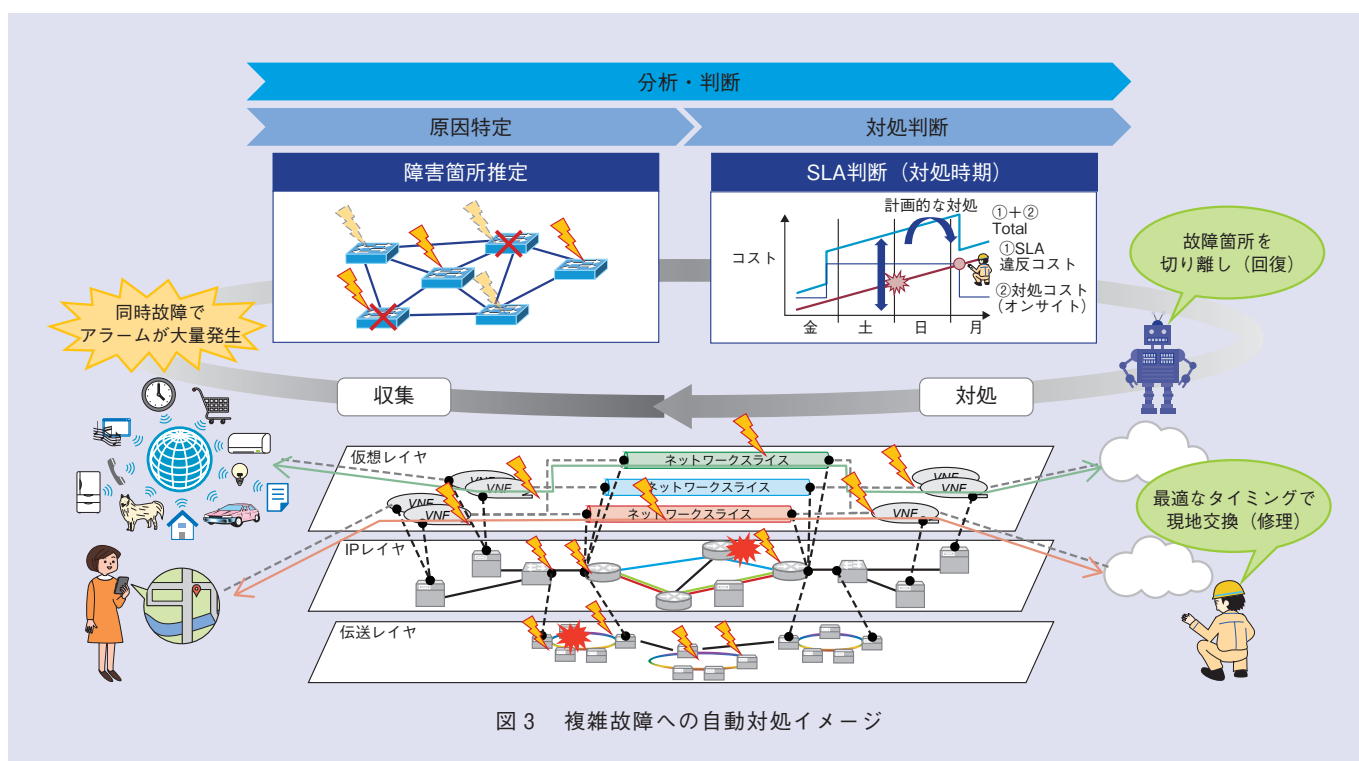
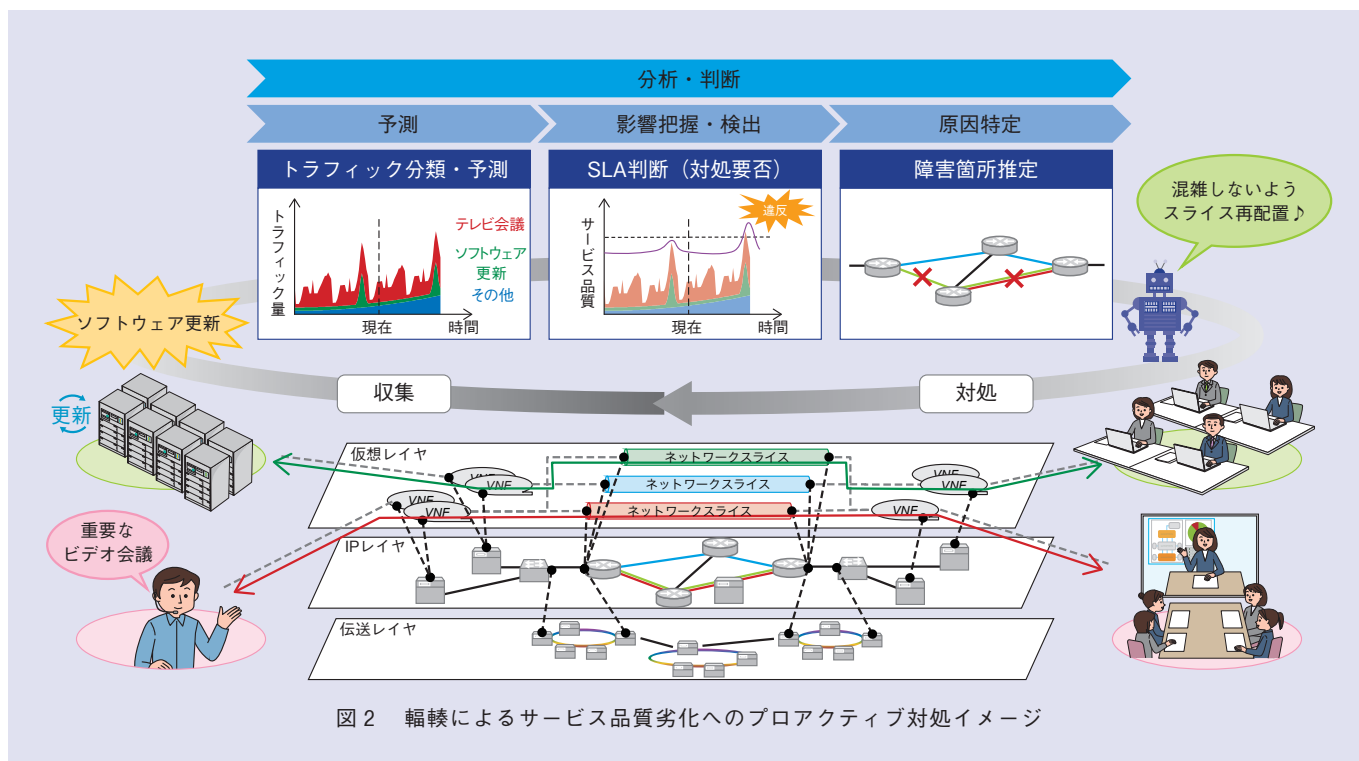
### プロアクティブ対処のユースケース

前述の3つの要素技術を組み合わせた輻輳によるサービス劣化へのプロアクティブ対処のユースケースを図2に示します。例では、重要なビデオ会議と大規模なソフトウェア更新の時間帯が重複する場合を示しています。対処を何も行わない場合、輻輳に伴い品質が劣化し、重要なビデオ会議が途中で途切れてしまいます。

例では、まず「トラフィック分類・予測技術」により、サービスごとのトラフィック変動を高精度に予測します。次に、「SLA判断技術」により、各サービスの品質を予測し、ビデオ会議通信のSLA違反が見込まれるため、保守対処要と判断し、アラームを発出します。そして、「障害箇所推定技術」により、同時期に発生しているすべてのアラームから障害箇所・原因を推定します。この場合、SLA違反アラーム

\*1 SLA：サービス品質に関する指標、目標値、違反時の扱い等について、サービス提供元とサービス契約者との間で取り決めた合意事項。

\*2 OLA：オペレーションに関する指標、目標値、違反時の扱い等について、オペレーション部門とオペレーション委託部門との間で取り決めた合意事項。





ム以外に故障アラームが発生していないため、事前に作成されたルールに基づき、原因が単純輻輳である（故障による輻輳でない）こと、またその原因箇所を推定します。最後に、SLA違反を起こさないようソフトウェア更新サービスの通信経路を変更することで、ビデオ会議サービスの品質劣化を事前回避できます。このようにプロアクティブ対処では、人手を介さず、さらにユーザにサービス品質劣化を気付かせることなく、対処を完了させることが可能です。

### 複雑故障対処のユースケース

複数の障害が同時に起こり、ネットワーク上のさまざまなレイヤから大量のアラームが発生する複雑故障対処のユースケースを図3に示します。このような場合、監視画面には異なるレイヤの複数障害に関連する情報が一斉に表示され、人の目では分析に大きな稼働を要します。

例では、まず「障害箇所推定技術」が、過去の事例から障害を特徴付けるアラームを学習し、発生したアラーム群に対して瞬時に障害箇所・原因を推定します。「障害箇所推定技術」はネットワークリソース管理技術を利用したデータ管理を行っているため、レイヤをまたがる障害影響の可視化も可能です<sup>(6)</sup>。次に、障害箇所を避けるよう通信経路を変更します。これによりサービスは回復しますが、装置故障の場合、現地に作業者を派遣して装置交換等を行うまで系全体は復旧しませ

ん。そこで「SLA判断技術」が、作業コストとSLA違反による損失を共通の指標で評価し、最適な現地作業時間（例えば今すぐ作業が必要か、明日以降でも問題ないか等）を判断します。このように、従来は大きな稼働を要した複雑障害対応作業を自動化し、稼働の削減と質の向上を実現します。

### 今後の展開

本稿では、インテリジェント・ゼロタッチオペレーションを実現する3つのAI技術と、それらのAI技術を連携させたプロアクティブ対処、複雑故障対処のユースケースについて紹介しました。今後の展開としては、自動化の対象領域を拡大するAI群、またAI群を連携させる技術の研究開発を推進し、インテリジェント・ゼロタッチオペレーションの実用化をめざしていきます。

#### 参考文献

- (1) 堀内・明石・佐藤・小谷：“ネットワークリソース管理技術,” NTT技術ジャーナル, Vol.29, No.7, pp.48-52, 2017.
- (2) 尾居・高田・坂田・中島：“通信キャリアにおけるゼロタッチオペレーションに向けた保全系ツール連携方式の提案,” 信学技報, Vol.119, No.111, ICM2019-14, pp.47-52, 2019.
- (3) 駒井・木村・小林・原田：“アクセスパターンに基づいたトラフィック予測手法,” 信学技報, Vol.119, No.158, IN2019-22, pp.43-46, 2019.
- (4) A. Takada, N. Tanji, T. Seki, K. Yamagoe, Y. Soejima, and M. Tahara: “SLA Driven Operation - optimizing telecom operation based on SLA,” Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium, Shimane, Japan, Sept. 2019.
- (5) 村田・浅井・矢川・鈴木・大石・井上：“ルール学習型障害箇所推定技術,” NTT技術ジャーナル, Vol.31, No.5, pp.15-16, 2019.
- (6) 深見・村瀬・佐藤・田山：“ネットワーク障害が及ぼすサービス影響把握方式の検討,” 信学技報, Vol.118, No.483, ICM2018-51, pp.13-18, 2019.



(後列左から) 原田 薫明/ 小林 正裕  
(前列左から) 西尾 学/ 野末 晴久/  
山越 恭子

人員削減への対応や、IOWNなど新しいネットワーク、新しいサービスを支えるオペレーションを実現するため、ゼロタッチオペレーション技術の研究開発を行っています。

#### ◆問い合わせ先

NTTネットワークサービスシステム研究所  
オペレーション基盤プロジェクト  
ネットワークオペレーションDP  
E-mail 1st-loop-ml@hco.ntt.co.jp





### 岡本 龍明

フェロー NTT Research, Inc. CIS Lab 所長



## 世界トップの暗号研究所をめざして

ICTによってあらゆるビジネス活動が展開される現代において、セキュリティ対策の要ともいえる暗号技術はますます信頼性・確実性への期待が高まっています。暗号、ブロックチェーンの世界的権威が集結するNTT Research, Inc.のCryptography and Information Security Laboratories (CIS研) で陣頭指揮を執る岡本龍明フェローに、研究所の進捗とトップレベルの研究者としての心構えを伺いました。



### 米国だからできる 「暗号のドリームチーム」結成

#### ●現在なさっている仕事を教えてください。

NTT Research, Inc.のCryptography and Information Security Laboratories (CIS研) 所長として、マネジメントを中心に仕事をしています。前回、本コーナーに登場させていただいたときは1人の研究者としてお話をさせていただきましたが、今回はマネジメントをする立場から、CIS研で手掛ける暗号、ブロックチェーンといったテーマについて、NTT Research, Inc.はどのような研究所かも含めてお話しさせていただきます。

NTT Research, Inc.の開設は2019年7月ですが、それ以前から準備を行っていました。まさにゼロからのスタートで、開設前の半年は特に人集めや体制づくりに集中的に取り組んでいました。立ち上げに先立ち、2018年に、そこで働かないかとお声掛けをいただいたとき、私は自らが手掛けている暗号という研究分野において、日本ではできない、米国でなければできないことをしたいと思いました。そのためにまずは人材の獲得ですが、シリコンバレーは世界各国から著名で優秀な人材が多く集まり、活動しています。こうしたことから、地の利を活かし、世界トップの暗号研究所を設立して、そこに世界で活躍している人を集め、いわゆる暗号分野におけるドリームチームをつくることを目標に、現在でも尽力しています。

#### ●ドリームチーム結成にはどのような構想がおりだったのでしょうか。

何を研究分野に据えるか。これは戦略的に重要な課題です。私は研究テーマとして、コアな暗号理論、そして、ブロックチェーンの2つを選択し、それぞれを7割、3割の比率で推進することにしました。テーマを絞り込んだ2018年の暮れごろから優秀な研究者の獲得に動き出し、2020年2月現在で10名が在籍しています。暗号分野はBrent Waters博士をリーダーに優秀な研究者6名が、ブロックチェーン分野はジョージタウン大学で研究をされている松尾真一郎博士をリーダーに優秀な研究者4名が担当しています。ただ、ブロックチェーン分野は、スタートアップ、ベンチャーを中心にビジネス分野に活躍する場が多く、どうしてもそちらへ人材が偏ってしまうため、基礎研究を手掛けようという人が少なく、人材の確保に若干苦労しています。

研究所は開設しましたが、採用活動は継続しており、3月より暗号分野で新たにトップレベルの研究者が入所する予定で、今後も長期的な視野を持って優秀な人材を確保しようと考えています。優秀な研究者の場合は声をかけてもすぐに移籍できるという状況にない方も多く、例えば、大学で働いておられる方の場合、好意的に移籍を考えてくださってもすぐに退職して入所できるような環境にはありません。各研究者の状況をかながみつつ、大学で働きながら研究所に所属して働いてもらうなどして、環境が整い次第、軸足を研究所に移してもらえるように配慮しています。

今は世界のどこにいてもリモートで働ける時代ではありますが、私たちの仲間は徐々に各々が環境を整えてシリコ

ンバレーのこの地に集結し始めています。NTT Research, Inc.も2020年夏で設立1年目を迎え、昨年よりずいぶん進化してきており、私の構想の実現に向けて着々と進んでいます。



## 戦略的に大きな課題に挑む

### ●暗号分野の研究ではどのような目標を立てていますか。

従来型の暗号方式は、人に見られたら困るようなものを金庫の中に入れて（暗号化）送り、受け取り側が鍵を使って金庫から出す（復号化）という概念でした。ところが、例えば、暗号化されたメールの中からスパムメールを削除して受信しようとした場合、途中のサーバでスパムメールを検出・削除する必要がありますが、このためにサーバにおいて暗号メールを復号して（鍵を開ける）、メールの内容を確認し、検出・削除の処理を行った後再度暗号化する（金庫に入れて鍵をかける）ことになります。つまりサーバ（第三者）が金庫の合鍵を持っていることになり、送信側と受信側の間における暗号化の意味が、この部分で損なわれることになります。逆にいえば、暗号の安全性を確保するうえで、用途をはじめとして各種の制約がある、ということになります。

これに対して、当研究所のWatersは、15年ほど前に属性ベース暗号(ABE)（より一般的には関数型暗号）という概念を世界に先駆けて発表しました（図1）。これにより、先ほどの例では、サーバにおいて暗号化されたデータを復号することなく、必要な情報だけを抽出することができるようになり、その情報を基にスパムメールの検出・削除が可能となります。

こうした新しい概念の暗号が登場してくる中、私たちは現在、標準的な仮定の下で安全性が証明された高度な機能を持った暗号方式の実現を目標に、①弱い安全性から望ましい安全性への変換方式、②さまざまな暗号プロトコルの設計、安全性証明、③LWE（Learning with Errors）仮定に基づく暗号方式、などの研究を進めています。

ここで、私たちの取り組みの一端を紹介します。選択暗号文安全性（IND-CCA）は、構成が易しい選択平文安全性（IND-CPA）よりもレベルの高い安全性で、もっとも強い暗号のクラスです。上で述べた属性ベース暗号(ABE)

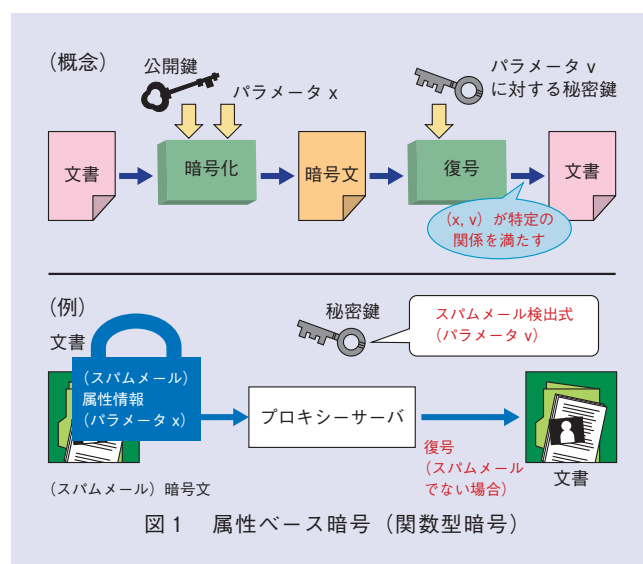


図1 属性ベース暗号（関数型暗号）

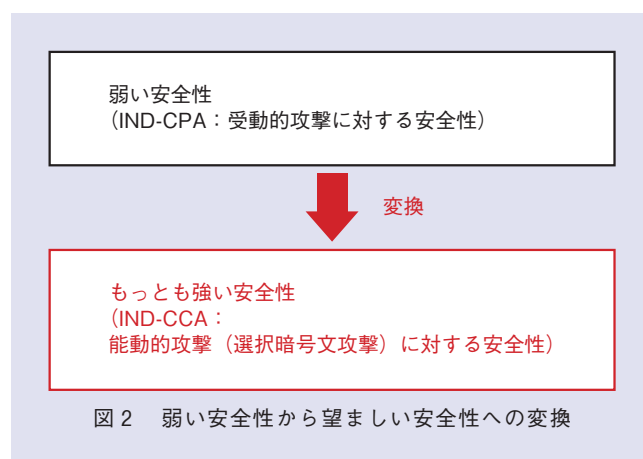


図2 弱い安全性から望ましい安全性への変換

において、最近、私たちはどのようなIND-CPA安全なABEも、hinting PRGと呼ばれる新たな手法を用いることでIND-CCA安全なABEに変換できることを示しました。これを受けて、数論の手法を用いてより高速でコンパクトなhinting PRGの実現、さらに、一般的な関数型暗号や再ランダム化暗号に対しても適用できるIND-CCA変換方法の実現をめざしています（図2）。

LWE仮定は、耐量子安全性や格子のワースト問題との関連など、暗号における優れた仮定として広く認められており、また、新たな暗号機能をつくる手法としても多くの結果を生み出してきました。ここで、私たちはLWE仮定に基づく暗号を実現する新たな野心的な目標を持ってい



ます。ここでは、まず疑似ランダム関数（PRF）を難読化する新たな概念とその応用を考え、次にLWE仮定から証拠暗号をつくるための方法を示します。そこへの中間段階として、制限付きPRFを実現し、このような流れの中で、LWEベースのABEの適応的安全性を実現する新たな手法と限界を明らかにしようとしています。

### ●ブロックチェーン分野ではいかがでしょうか。

ブロックチェーンにおける研究開発の大きなゴールである「プログラム可能な共有された帳簿を利用したアプリケーションを誰もが自由につくることができるような状態を実現する」ための基盤的な研究にフォーカスを当てています（図3）。

昨今、ビットコインやブロックチェーンが大きな話題となりましたから、あたかも広く普及する時期がまもなくやってくるようにも思えるかもしれませんが、しかし、実際にこうしたゴールを達成するのは非常に大きなチャレンジで、長期にわたる基礎的、理論的な研究開発が必要です。このため、セキュアかつよりスケーラブルな分散合意アルゴリズムの研究、プログラム可能な帳簿のための安全なプログラミング環境を実現するための研究、そして、ブロックチェーン上での情報処理を行う際のプライバシー保護の実現のための研究に取り組んでいます。

ブロックチェーンの理論研究はさまざまな異なる性質が絶妙に組み合わせられているため、異なる専門性を持った研究者でチームを構成する必要があります。さらに、ブロックチェーンは戦略的に研究を展開しなくてはなりません。前述のとおり、人材がベンチャーやスタートアップに流れ

てしまうので優秀な人材の確保が難しく、チームがまだ立ち上がったばかりということもあり、より人材を強化する必要性を感じています。現在は、暗号プロトコルの安全性、ソフトウェアエンジニアリング、形式検証、ゲーム理論、経済学の専門性を持つ研究者で組織しており、さらに異なる専門性を持つ研究者の採用をめざしています。



### 研究者としての業績を上げる以外に アピールする術はない

#### ●優秀な人材を見極める際、どこをご覧になっているのでしょうか。あるいは、応募者の立場からどうアピールすべきかを教えていただけますでしょうか。

研究者の場合は特にアピールする必要はないと思っています。その分野のプロフェッショナルの研究者が集う学会では優秀な研究者どうしが評価し合っています。例えば、暗号チームのWatersは世界トップの研究者であり、彼は、中堅、若手などそれぞれのレイヤで優秀な研究者をよく知っています。現在のメンバーも彼の推薦による研究者が入所しています。設立して半年の間、噂を聞きつけて売り込んでくる研究者もいるのですが、基本的には自薦ではなく、研究分野で卓越した業績や能力を持つ人を採用するつもりです。ブロックチェーンチームの松尾もこの分野の優秀な人材には詳しく、彼の推薦により研究者を迎え入れています。まだ学生でこれから博士号を取ろうとしているような若い研究者であっても、優秀な人はその研究成果のどこかに光るものがありますから、そういう人材を探し当てることは可能です。つまり、自分の研究者としての業績を上げる以外にアピールする術はないと思います。

#### ●研究の課題やテーマを探すときに意識していच्छることはありますか。

私は自分の研究分野において、もっとも重要と思われる課題をテーマにしたいと思っています。その研究分野の方向性を決めるようなテーマであり、自分にとって興味を持てることなどを基本にしています。いろいろな人と共同研究しながらディスカッションをすると、お互いに新たなテーマが見つかることがあります。その際も、仮に誰かがおもしろいと評価しても、自分自身がそれを重要だと思えないことはテーマにしたくありません。ただ、これにもさまざまな場合があって、最初はそれほど重要だと思われな

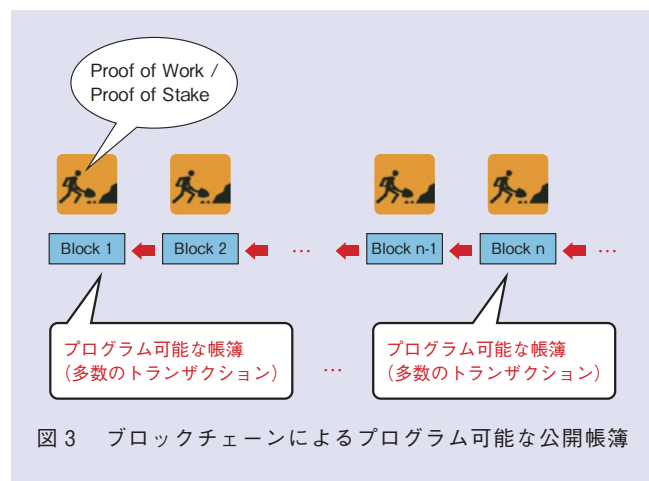


図3 ブロックチェーンによるプログラム可能な公開帳簿

かったことが後々発展して、中心的なテーマになることもあります。見極めは難しいこともありますが、基本的には優秀な研究者というのは良いセンスを持っていて、それをベースに選択できることが多いように思います。

10年前のインタビューでもお答えしたかと思いますが、一言でいうとこれらは研究者としてのテイストです。テイストは芸術でいえば審美眼のようなもので、研究を進めていく先に待っているのは実り豊かな場所であるか、荒野であるかを見定めるある種の勘です。



## どこにしようとも、物まねではなく オリジナルをめざして

### ●今後はどこをめざしていきますか。

チームとしては自他ともに認める世界トップレベルの研究者集団をめざします。今でも結構トップに近いと思いますが、これを確実なものにしたいと思っています。そして、大きな賞を受賞するなど、各研究者の業績の証となるものを得るようにもしたいと思っています。暗号は計算機科学の分野ですので、残念ながらノーベル賞の対象ではありませんが、計算科学のノーベル賞と謳われているチューリング賞の受賞などが1つの目標となります。「NTT Research, Inc.は世界的な権威のある賞を受賞した研究者が在籍している研究所」とあるといった、社会的な分かりやすさを追求する意味でも獲得したいですね。

個人としては、ライフワーク的に取り組んでいるものはあります。今の世の中、複雑なものがあふれていますよね。例えば、生命体はとても複雑です。また、宇宙もビッグバン直後の単純な姿から複雑なかたちに進化してきたことが知られています。こうした世の中で複雑だといわれている物事に対して、統一的な見方というもののある種の科学としてとらえたい。30年以上前から複雑系という研究分野はあるのですが、この延長線上で理論的にきちんとしたものを打ち出したいと思っています。私は今67歳です。マネジメントの仕事はこれからそれほど長くできるとは思っていませんが、研究者としての仕事はもう少し長く現役で続けていきたいと思っています。

### ●若い研究者の皆さんに一言お願いいたします。

日本の外で仕事をしていて「日本は少し縮んでいるな」というイメージがあります。1980年代はバブルでもあり

ましたから、ジャパンアズナンバーワンともいわれていましたが、日本は今、世界の中で存在感が少なくなったように感じます。IT業界においてGAFAのような企業は、NTTの研究開発費の10倍あまりの研究開発費をかけています。こうした状況下では、従来日本（企業）が成功したようなやり方を繰り返しては、その存在感をあまりアピールできないのではないのでしょうか。現在、日本においても成功したIT企業も世界においては存在感がありません。ではどうしたら存在感を示せるのか。今私たちは、日本にいては小さなサークルをぐるぐると回っているだけにすぎないという意識を持って、NTT Research, Inc.などの試みを通じて、世界へ向けての取り組みを行っています。こうした意識で視点を世界に向けて行動すると良いと思います。重要なのは物まねではなくてオリジナルな何かを生み出すことです。日本のベンチャー企業はどこか他人の物まねをしているところが多いのではないかと感じます。誰とも違う自分独自のものを生み出すという気概を持つと良いでしょうね。この時代、東京（もしくは地方）にいてもネットでつながっていますから、シリコンバレーでできることはできるはずですが、視点を世界に向けて、日本にいてもこれは誰にも負けないという気概でオリジナルな発想を生み出していただきたいと思いますね。





## eスポーツという 新しい領域で地域貢献

NTTe-Sportsは、最先端ICTを活用した「つなぐ」「そだてる」「地域活性化」を創出するために、eスポーツをベースとして、イベントの開催から競技会場提供、人材育成、自治体の戦略コンサルティングまで、幅広く、ワンストップでeスポーツ関連ソリューションを提供している。設立直後の会社の紹介、将来への抱負について澁谷直樹社長、および自身もイベントのオーガナイザーとして有名な影澤潤一副社長に話を伺った。

eスポーツをベースとして、最先端ICTを活用した  
「つなぐ」「そだてる」「地域活性化」を創出する会社

### ◆設立の背景と目的について教えてください。

eスポーツは2019年の茨城国体で文化プログラムに採用されたほか、経済効果や集客拡大による地域活性化を期待する自治体等がイベント誘致や主催に取り組むなど、急速な市場拡大期にあります。こうした中、NTT東日本は高品質で安定した通信ネットワークサービス等を軸に、eスポーツ施設やイベントにおけるICTソリューションの提供、イベントの企画運営支援等を2019年3月から開始しました。その後も多種多様な事業者と連携しながら、自治体等のお悩みやご相談を真摯に受け止め、解決に尽力して参りましたが、「ICT×eスポーツ」を通じた新たな体験やつながりの創出、および地域社会と経済への貢献といった取り組みをさらに飛躍させるには、より専門的な事業展開が必要だと考え、NTT東日本、NTTアド、NTT西日本、NTTアーバンソリューションズ、スカパーJSAT、タイトーの出資により、2020年1月31日にNTTe-Sportsが設立されました。

### ◆事業概要についてお聞かせください。

当社は、最先端ICTを活用した「つなぐ」「そだてる」「地域活性化」を創出するために、①eスポーツ施設事業、②サポート・教育事業、③プラットフォーム事業、④イベントソリューション事業、⑤地域の活性化コンサル事業の5つを事業の柱としています。

eスポーツ施設事業では、まずコアとなる拠点を秋葉原



左から、NTTe-Sports澁谷直樹社長、影澤潤一副社長

に開設し、運営していきます。ここでは、最新のeスポーツ体験や情報収集が行えるほか、各地の施設とICTを介して連携をとることで、訪れた方が全国のプレイヤーとつながれるような環境をつくります。アリーナといったプレイアブルエリアのほか、配信スタジオ、カフェも併設され、ビジネスパートナー向けのショールームとしての機能も兼ね備えます。

サポート・教育事業では、プロチームとのアライアンスによるeスポーツ指導や、専門学校との連携など、次世代eスポーツアスリートを育てるための教育プログラムの展開や、ハード・ソフト両面でのeスポーツ部活動の設立支援、さらには福祉分野でのeスポーツ活用も進めていきます。

プラットフォーム事業では、P2P型のコーチングや、カリキュラム型のオンラインレッスン、コミュニティの設立や交流機能等、プレイヤーやコミュニティをオンラインでつなぎ、コミュニケーションを活性化していくようなeスポーツ専門のプラットフォームを提供する事業です。

イベントソリューション事業では、大会の開催や、体験イベントの運営など、eスポーツを地域活性化コンテンツとして活用することを支援するほか、ICTを活用したeスポーツ向けのソリューション開発を通じて、労働集約型である既存イベントの高付加価値化、低コスト化、広域連携を推進していきます。

地域の活性化コンサル事業はeスポーツを通じた街づくりを支援する事業で、地域の政策、保有する観光資源等に適したソリューションを総合的にコンサルティングします。産業、観光、スポーツ振興等の多岐にわたるニーズに



こたえるため複合的な提案になることが多く、時には自治体のeスポーツ活用における基本方針や全体戦略の策定を支援する場合があります。

## eスポーツで地域活性化を支援

### ◆eスポーツを取り巻く環境はどのようなものなのでしょうか。

「eスポーツ」とは「エレクトロニック・スポーツ」の略で、主としてコンピュータゲーム、ビデオゲームを使った対戦を競技として行うもので、言葉としては2000年ころから海外で登場しています。日本では2006年ごろから一部のゲーム業界の中で取り上げられ、企業をスポンサーにつけた「プロゲーマー」等も2013年ごろから登場してはきたのですが、当時はあまりeスポーツというものの認知が拡大しませんでした。まだまだゲームの延長で見られており、大会の賞金金額も目を引くほどのものではなかったといった背景も要因の1つです。

こうした中、日本のプレイヤーが徐々に世界に通用してくるようになるにつれ、日本のゲームメーカーもシーンの拡大に注力しはじめ、eスポーツの持つ経済効果に着目されるようになってきたのが2017年ごろで、そこから1つのブームとして立ち上がってきました。2018年はeスポーツ元年ともいわれ、国際大会も開催されるようになり、飲料や食品メーカーを中心に若者向けの広告媒体としての価値も着目され、大会への協賛も増加してきました。

そして2019年の茨城国体文化プログラムへの採用をはじめとして、いくつかの自治体が地域活性化の素材としてイベントを開催するようになり、学校教育の場でも課外活動としてサポートされるようになり、さらにはプレイヤーやeスポーツビジネス関連の人材育成のためのカリキュラムも登場してきました。

### ◆新会社としてのスタート。抱負をお聞かせください。

自治体がイベントを開催するのは、eスポーツを通して地域活性化や地方創生を行うのが目的で、そのためには1回限りのイベントではなく、サステナビリティ（持続性）、そしてイベント周辺の取り組みへの波及が必要となってきます。一般的なイベントは、プロモーターが集客目的で仕掛けている場合が多く、この場合はたとえ全国各地で開催されても、イベントのみで終わることになります。

当社は、イベントの開催から人材育成、プレイヤーへのサポート、コミュニティの形成・活性化等、eスポーツを取り巻くあらゆるソリューション、サービスを手掛け、さらにそれらを駆使したコンサルティングも行っており、こうした地域活性化、地方創生のニーズを充足することができます。また、従来は個々に提供されてきたイベントや人材育成といったソリューションを、ワンストップで提供で

きます。そういった部分への期待もあってか、会社設立直後であるにもかかわらず、多くの自治体に興味を持っていただいております。さらに、ICTや社会的信用といった、NTTグループならではの特長に期待されているところも多くあります。当社の強みを活かし、お客さまのニーズに1つひとつ丁寧におこたえしていくことで、地域活性化に貢献できるものと確信しています。

最近では企業対抗戦といった大会も少しずつ開催されるようになりました。eスポーツで地域が活性化されてくると、例えば都市対抗の大会や、高校生eスポーツ部の大会等が多く開催されるようになり、こういった動きがeスポーツ文化の普及、さらにスポーツ競技としての側面の啓蒙につながり、社会問題にもなっているゲーム依存症対策等の議論にも一石を投じることができるのではと考えています。

さて、eスポーツは2019年に茨城国体で文化プログラムに採用されました。この先国体の正式種目になる日もくるかもしれません。世界のほうが進んでいるので、もしかしたらワールドカップ開催、アジア大会正式種目採用、さらにはオリンピックの正式種目採用が先にくるかもしれません。こうした展望を視野に入つつ、イベントの国外開催といったように、海外進出も考えていきたいと思っています。

### ◆夢のある話ですね。当面はどのようなことに取り組んでいくのでしょうか。

Step1として環境づくりです。まず、秋葉原UDXビルにeスポーツの施設を構築し、常設のイベント会場に仕上げます。イベントの開催はもちろんですが、ここをショールーム化して、主催を検討している方やパートナー企業様にご来場いただき、実際のイベントのイメージを描いていただきます。そのうえで、お客さまのニーズに合ったコンサルティング、企画のカスタマイズを行い、いざ実施のフェーズでは各地域までサポートを届けていきます。

Step2としてeスポーツのコンテンツ化です。会社や学校にeスポーツのクラブをつくりたい、といった相談も数多くきています。単に組織をつくるだけではなく、指導者の育成サポート等も行い、日々の活動から自走できるチームとして定着させていくことで、競技人口の増加、健全な取り組み環境の充実を推進します。こうして出来上がったチームやそこに所属する選手がさまざまな大会に参加することで、競技種目ばかりではなく大会そのものが確立された1つのコンテンツになっていきます。このコンテンツがイベントへの集客につながり、また、放映権等の新たなビジネスへもつながっていきます。

Step1、Step2を分けて説明しましたが、前後関係はなく、事業の両輪だととらえております。こうした取り組みを地道に、かつ着実にやっていくことで、めざすべき方向に一歩一歩進んでいくのです。

## eスポーツに関連するあらゆる商材をソリューションパッケージとして提供

担当部長

百瀬 敦さん

### ◆担当されている業務について教えてください。

私は、事業開発と営業推進を担当していますが、会社が設立されたばかりということもあり、現時点ではどちらかというと事業開発に軸足を置いています。

会社設立の準備段階から、当社の事業内容について、イベントが必要だろうか、施設があったほ



百瀬敦さん

うが良いか、施設をつくるために必要なものは何かなど、さまざまな検討を進めてきました。ご相談、引き合いのあったお客さまとお話をし、ご要望を分析することを繰り返す中で、イベント、競技施設、教育や介護へのeスポーツの活用といったポイントをベースに活用ニーズを類型化できることが見えてきたため、これらをソリューションパッケージとして提供していく方向が出来上がりました。

現在は、個々の事例を積み上げていく中で、各地域の現場オペレーションで連携できるパートナー企業探し、イベント等のソリューションの低コストかつ安定的な供給のための体制構築、ICTやサポートといったNTTらしさの組み込みに取り組み、既存ソリューションのブラッシュアップを重ねながら、秋葉原のショールームを活用し営業プロセス等の具体化を進め、各ソリューションパッケージの可視化、ブランディング、高付加価値化に注力しています。

### ◆ご苦労されている点を伺えますか。

eスポーツというと、それを実現するシステムに着目しがちですが、実はコンテンツビジネスとしての色合いが非常に強く、コンテンツ理解を深めないといけないソリューションができないということに、事業の立ち上げの中で気付

きました。人材育成を例に挙げると、「コーチング」のプロを連れてきてもゲーム内の技術をプレイヤーの立場で理解させる教え方はハードルが高いので、私たちがまずコンテンツへの理解を深めたうえで、コーチと二人三脚でカリキュラムをつくっていく必要がありました。これについては、NTT東日本のeスポーツチーム（ア・ラ・カルト参照）と連携し、コンテンツ理解の部分でサポートをもらいながら進めています。eスポーツ業界の方々と渡り合っていくうえでは、業界内外の歴史や関係性についても学ばなければならないことが多くあり、影澤副社長の経験や知識、リレーション活用しながら、担当の皆さんと徐々に勉強してきました。

技術的な側面でも気付かされることが多くありました。例えば遅延です。通信の遅延とその地域差が競技の勝敗に影響することは容易に想像できたのですが、それ以上にディスプレイの処理時間の差の影響が大きいのです。通常のテレビ装置と専用のディスプレイでは数100 msもの処理時間差があることも分かりました。こうしたこともあり、イベント、特に決勝戦は選手全員が同じ専用ディスプレイで、通信は利用せずローカルサーバで対応するような工夫をしています。低遅延化と遅延の均等性についてはこれからも続いていく課題です。

とにかくゼロからのスタートなので、見るもの聞くものすべてが勉強の連続でした。逆にこのおかげで、自治体等のお客さまに提案するときなど、相手目線にたって分かりやすく説明し、質問に対しても即座に的確に回答したことで、商談成立に寄与できたという一面もございます。

### ◆今後の展開について教えてください。

事業の立ち上げには、当然ですが商材と営業環境を充実させていくことが重要です。その意味で、当面は秋葉原のショールーム、プレイヤーの交流や人材育成の基盤となるプラットフォームの構築、およびアライアンスパートナー探しに注力していくことになります。これらが整ってくると、これまで個別対応を行わざるを得なかった部分もパッケージとして効率良く対応できるようになり、さらなる展開拡大が図れます。

次に、それらのソリューションパッケージにさらなる付加価値をつけていきます。付加価値の一例として、広告媒体としての活用があります。主催者に配慮したスポンサー

を集めやすい企画を練るためには、ICTの活用による話題づくりや、VRによる全く新しい広告スペースの提供といった可能性があります。そして、得られた効果の測定とスポンサーへのフィードバックの部分を画像認識やAIの力でセット提供していくことで、継続的なスポンサーの獲得、ひいてはサステナブルな地域のeスポーツ活動につながると考えております。

こうしたビジネス基盤をより拡大していくためには、eスポーツそのものの普及が重要です。当社としては、教育コンテンツの提供、部活動をはじめたeスポーツチームの活性化支援、自治体主催といった公的なイベントへのeス

ポーツ採用支援等を行い、着実かつ健全な裾野拡大を進めていきます。eスポーツが普及することで、市場が広がり、ユーザが増えることで広告等のソリューションパッケージの付加価値が向上し、さらに参加者が増加する、といった良い循環が生まれてくることを期待しております。

## NTTe-Sports ア・ラ・カルト

### ■eスポーツチーム「TERA HORNS」

NTTe-Sports設立に先立つこと約8カ月、NTT東日本公式のeスポーツチーム「TERA HORNS」が発足しました（写真1）。影澤副社長が仕掛け人となり、NTT東日本グループ全社員からメンバーを募集し、その中から所属部署・役職・年齢に関係なく腕利きの精鋭約30名が選手として選抜され、サポーター約90名を含めた約120名で活動しているそうです。実力はなかなかのもので2020年1月に新宿と秋葉原で企業対抗戦があり、どちらも優勝したとのことです（写真2）。

通常は同好会として活動しているのですが、会社側からの依頼で大会や各種のイベントに出場したり、教育コンテンツ制作といった事業開発に参画する場合は、演出として試技を披露したり、プレイヤーの立場からアドバイスを行うなど、業務の一環としても活躍されているそうです。



写真 1



写真 2



## 社会課題・ビジネス課題解決に向けた研究開発の取り組み

NTT西日本は、社会を取り巻く環境変化がもたらすさまざまな課題をICT活用によって解決し、社会の発展に貢献する企業（ソーシャルICTパイオニア）をめざしています。NTT西日本R&Dセンタでは、社会課題やビジネスユーザの課題と積極的に向き合うことで、その解決に向けた応用的研究開発を推進しており、事業に密着したトライアルや実フィールドでのPoC（Proof of Concept）などを通して、お客さまへの価値提供をめざしています。

### 社会課題・ビジネス課題解決に向けた応用研究

社会を取り巻く環境がめまぐるしく変化する中、社会や企業が抱えるさまざまな課題に対し、ICTを活用した解決策への期待が高まっています。このような状況の中、NTT西日本R&Dセンタでは、具体的な社会課題やビジネスシーンを想定し、業務効率化やデジタルトランスフォーメーション（DX）といった解決策に貢献するサービス提供に向けたさまざまな研究開発を推進しています。

ここでは、R&Dセンタの「ソーシャルICTパイオニア」をめざす研究開発の取り組みについて、具体的な想定事例と解決イメージを交えて紹介します。

### FAQ自動生成とナレッジに基づく対応自動化

コンタクトセンタでのFAQ作成業務において、長年にわたり蓄積されてきたお客さまとの対応ログや各種ドキュメントを収集・分析するには膨大な稼働と費用がかかることから、取り扱う情報量が限られてしまう場合があります。NTT西日本では、お客さまの声（VOC: Voice of Customer）データとAI（人工知能）技術を活用したFAQ自動生成システム「Q&A Generator」の実証実験を実施しており、具体的には以下の2つの機能について成果を得ました（図1）。

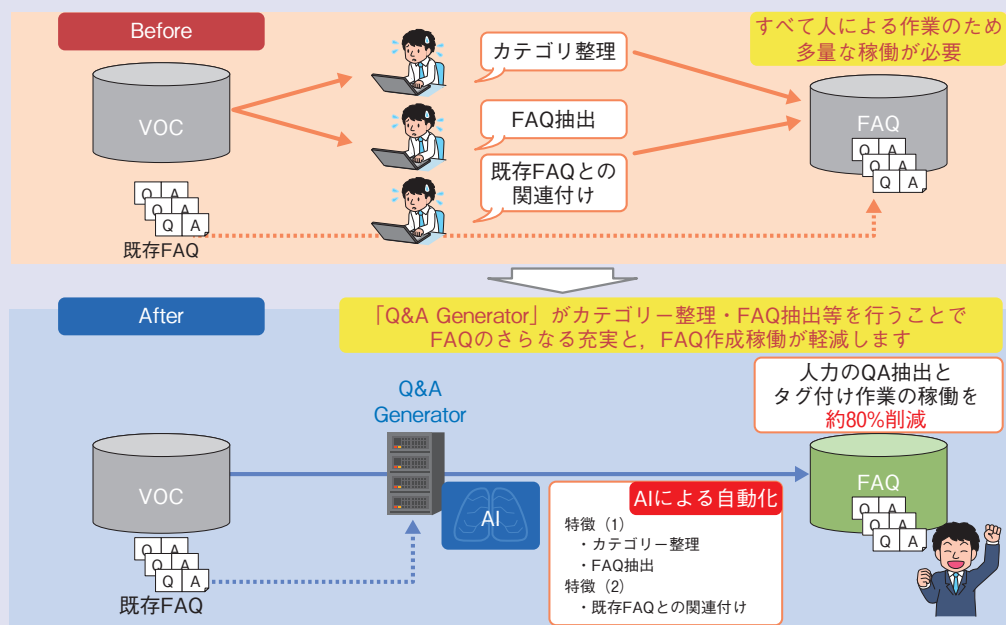
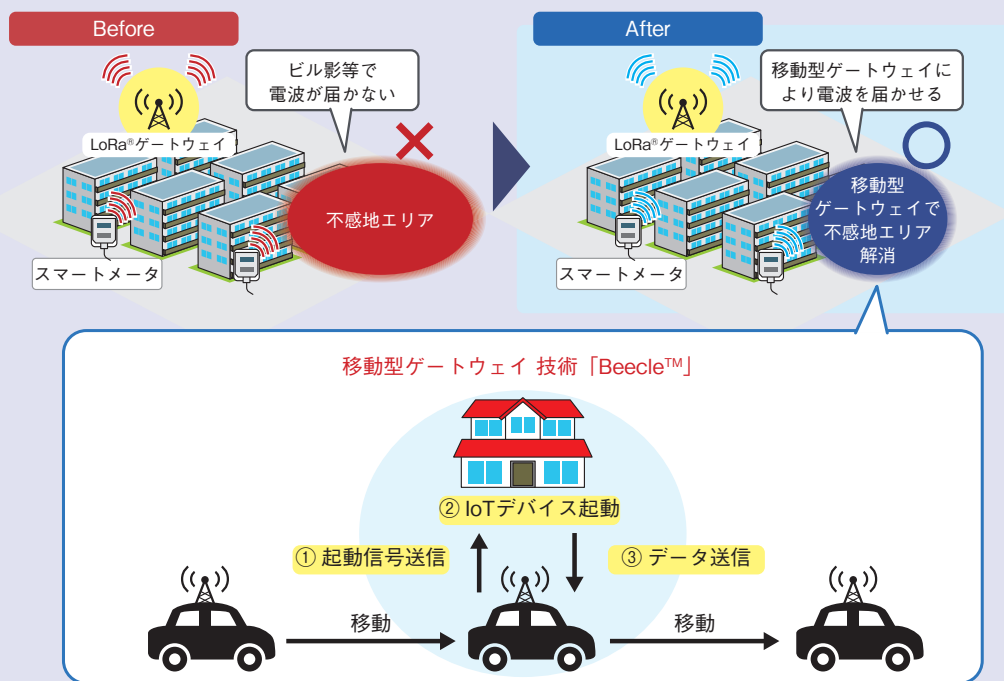


図1 FAQ自動生成とナレッジに基づく対応自動化





Beeacle™ : 商標登録中

図2 移動型ゲートウェイ技術「Beeacle™」によるLoRaWAN®の不感地エリア解消

## ■キーワード抽出・カテゴリー整理

FAQ作成にあたっては、「よくある問合せ」や「関連する問合せ」のカテゴリー整理が重要となります。「Q&A Generator」ではVOCデータをAIが分析し、頻出度の高いキーワードを基に、問合せ内容のカテゴリーを整理します。その際、キーワードの係り受け（キーワードがどの言葉に関連しているか）を分析することで、より正確なカテゴリー整理を実現しました。

## ■新規FAQ候補の自動生成、既存FAQとの関連付け

「Q&A Generator」は、多量なVOCデータから、新規FAQ候補の自動生成を行い、既存FAQと比較することで、新たに追加・更新するFAQ候補を抽出します。これにより、さらなるFAQの充実を図るとともに、FAQ作成稼働の軽減を実現しました。

現在はFAQ自動生成の技術領域をさらに拡大すべく、製品マニュアル等のドキュメントからのFAQ自動生成、ならびにNTTメディアインテリジェンス研究所の「対話知識活用技術」と音声認識IVR（Interactive Voice Response）技術を組み合わせた対応の自動化に取り組んでいます。

本研究により、従来自動応答のために必要だった複雑なシナリオ設計や、精度向上のためのチューニング作業等からコンタクトセンタ業務を解放することで、さらなるDXを推進し、人が人にしかできない作業に注力できる環境づ

くりへの貢献をめざしています。

## 移動型ゲートウェイによる不感地エリア解消

近年、スマート社会の実現に向け、無線技術によりガスや水道等の遠隔検針を行う動きが広がっていますが、その実現に向けては、各家庭のメータに設置する必要があるセンサデバイスの電力確保や、無線電波が届きにくい不感地エリアの解消が課題となっています。

そこでNTT西日本では、それらの課題を解決し、遠隔検針をより広く社会に普及させるための技術として、「Beeacle™」の開発に取り組んでいます（図2）。

まず、センサデバイスの省電力化については、電池を利用する程度で数年間の連続稼働が見込めるLoRaWAN®\*に着目しています。

しかし、LoRaWAN®では、センサデバイスのデータを収集するためのゲートウェイをビルの屋上などに固定設置した際、ビル影などの電波が届きにくい不感地エリアが発生することがあり、その解消のためにゲートウェイを追加

\* LoRaWAN®：アンライセンスバンドの920 MHz帯を使用し、省電力で、長距離通信可能なLPWAの1つ。LoRaWAN®はSemtech Corporationの登録商標です。



設置すると、コスト増となってしまいます。

Beecl<sup>TM</sup>は、このゲートウェイ設置コストの削減のため、街中を定期巡回するごみ収集車やバスなどにゲートウェイを搭載することで、それら車両の通常業務を妨げることなく、不感地エリア周辺を走行したときに「ながらデータ収集」を行う技術です。

また、Beecl<sup>TM</sup>では、データ収集の際、搭載されたゲートウェイからセンサデバイスに対して起動信号を発信し、スリープ中のセンサデバイスを一時的に起動させます。これにより、センサデバイスの省電力化を図りつつ、不感地エリアでのデータ収集効率化の実現をめざしています。

本技術の応用案としては、鉄道車両にゲートウェイを搭載することで鉄道設備や線路周辺環境の情報を定期的に収集することでの「ながら点検」実施や、災害時に被災エリアへ入る緊急車両へのゲートウェイ搭載による、設備被災状況の早期把握などを考えています。

今後は、実フィールドにおけるフィジビリティ評価を行うとともに、ゲートウェイ搭載車両の検討も併せて行う予定です。

## AI技術による映像編集作業の効率化

放送業界などにおける映像編集は、人が実際に映像を見ながらの作業となるため、膨大な稼働がかかっています。特に、「放送分野における情報アクセシビリティに関する指針」として、総務省から字幕放送の拡充を求められてい

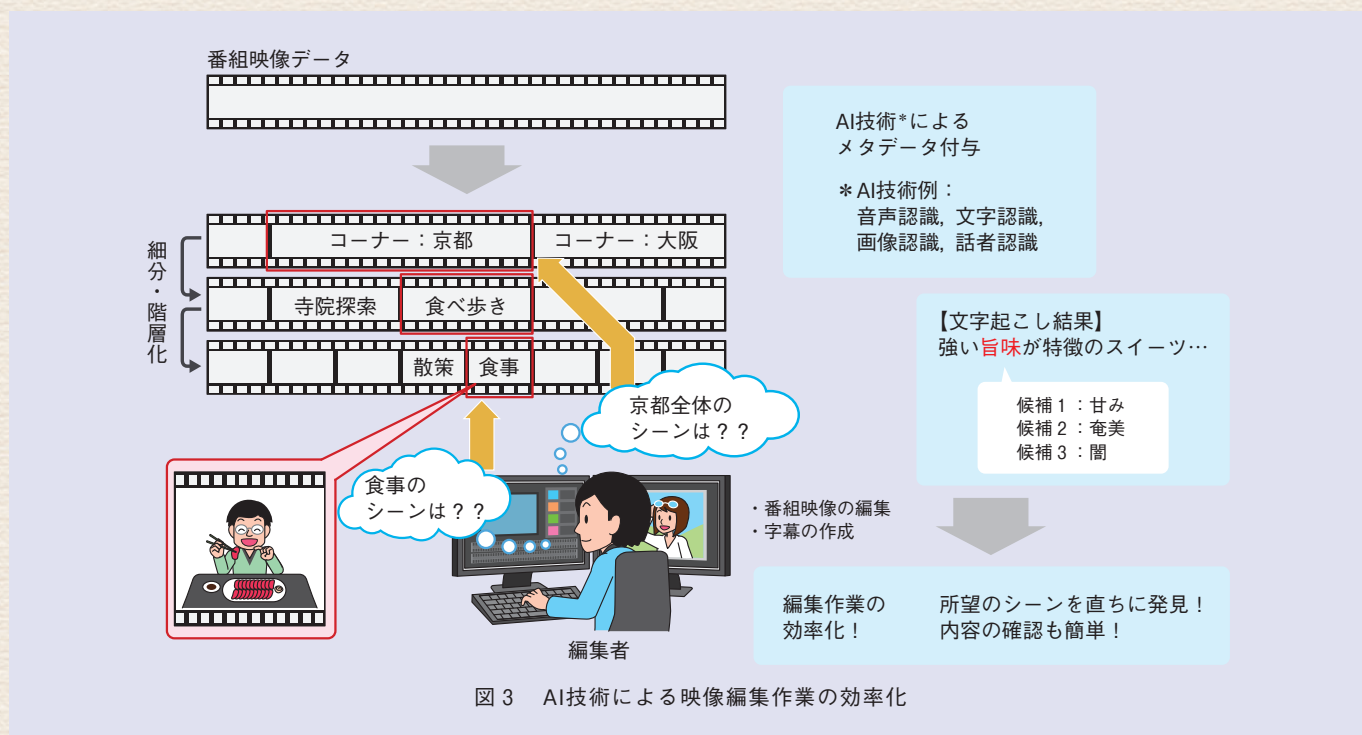
るため、字幕作成作業の効率化が課題となっています。

そのため、R&Dセンタでは、映像編集や字幕作成作業の効率化に向けた技術開発に取り組んでおり、まず、映像編集作業の効率化に向けては、AI技術を用いた映像シーンの階層化に取り組んでいます（図3）。

例えば、ロケ番組の場合、「京都に関するコーナーを確認したい」「京都に関するコーナーの中でも、食事のシーンだけを確認したい」というように編集者によって確認したいシーンの粒度が異なります。そのため、AI技術（音声認識、文字認識、画像認識、話者認識）を用いて「キーワードや人物等のメタデータを付与し、メタデータの類似に基づいて映像を階層的に分割する技術」の開発に取り組んでいます。

さらに、字幕作成作業の効率化に向けては、認識間違いが疑われる箇所の明確化に取り組んでいます。

AI技術（音声認識）を用いた音声データの文字起こしは、すでにさまざまな会社で実装されていますが、字幕作成に向けてはより高精度な文字起こしが求められるため、AI技術のみでは解決が困難です。そのため、複数のAI技術の特性やテロップ情報等を活用することで、文字起こしの認識間違いが疑われる箇所の明確化や、当該箇所の修正候補の提示といった、「誤認識被疑箇所の補正技術」の開発にも取り組んでいます。





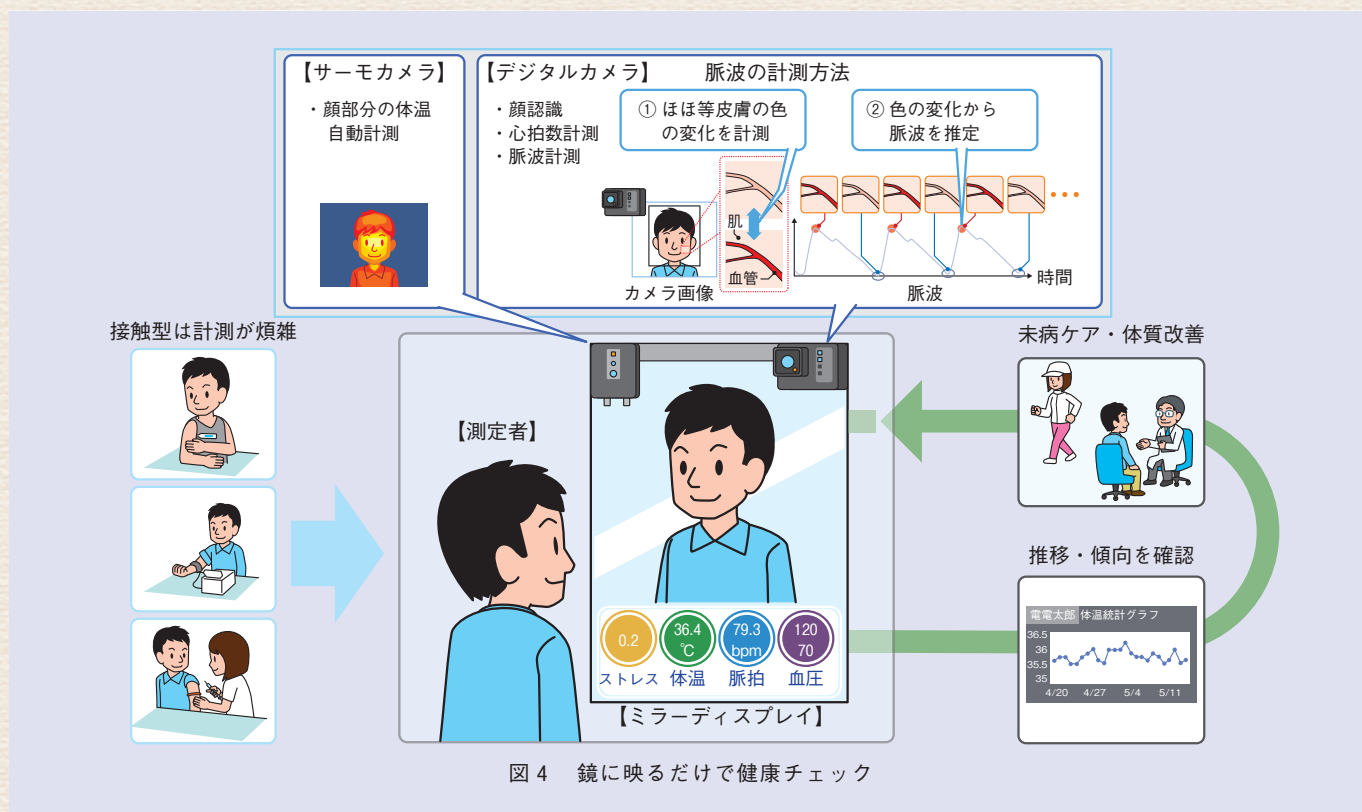


図4 鏡に映るだけで健康チェック

## 鏡に映るだけで健康チェック

健康に対する意識は個人・企業・自治体問わずより一層高まっています。また、社会課題の1つである生活習慣病に対して、「重症化した後の治療」だけでなく、「未病ケア・予防」も重要視されてきています。

未病状態（健康から病気に遷移する前の中間状態）を早急に検知するには、日常的にバイタルデータの計測と記録を行うことが必要ですが、ヘルスバンドやスマートウォッチなどのウェアラブル端末は装着や携帯する煩わしさがあり、利用者に負担をかけてしまいます。

R&Dセンタでは日常生活の中で誰でも気軽に自然とバイタルデータの収集と管理が可能となる世界を実現させるために、カメラを利用した非接触センシング技術の確立に取り組んでいます（図4）。

カメラで撮影した顔の皮膚部分の動画から脈拍数・脈波（拍動に伴う血流量の変化）を推定するアルゴリズムについて、精度向上の研究を進めており、この技術を活用することで、鏡に映るだけで健康チェックを可能とする技術の実用化をめざしています。

これにより、例えば、工場において作業前の簡単な健康チェック実施や、運転中における体調変化の検知、学校での集団感染チェックなどが可能になると考えています。

今後、より短時間で計測を可能にするような利便性向上

に取り組むとともに、血圧や眠気の推定に発展させていくことで、人々の健康増進への貢献をめざしています。

## 今後の展開

このように、NTT西日本R&Dセンタでは、将来的に実用化が期待される新技術の開発や検証による知見の蓄積だけでなく、実際の社会課題やビジネス課題の解決に向けたトライアルや実フィールドでのPoC（Proof of Concept）にも積極的に取り組んでいます。今後も、こうした実際のユースケースへの適用を通じて、お客さまへの価値提供をめざしていきます。

### ◆問い合わせ先

NTT西日本

デジタル改革推進本部

技術革新部 R&Dセンタ 開発推進担当

TEL 06-6450-6451

E-mail ks-jimu-rdc@west.ntt.co.jp

※ 電話番号をお確かめのうえ、お間違いのないようお願いいたします。

# NTTグループの食

食 農

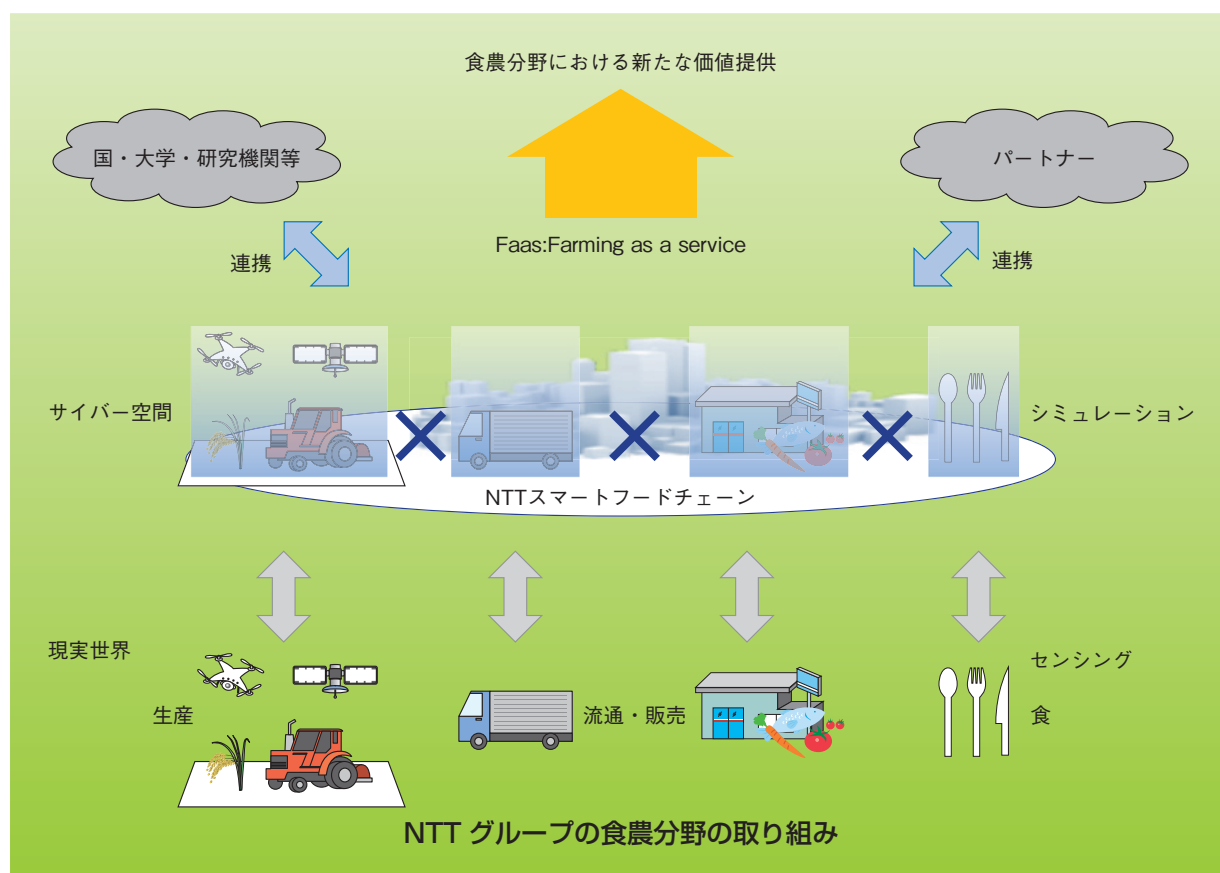
フードリユース

大規模温室

フードロス

次世代農業

NTTは1985年の民営化以降、「公共性」と「企業性」の双方を使命として求められており、事業活動を通じて社会的課題を解決する「Smart World」の実現に取り組んでいる。農業も重点分野として位置付け、これまで通信事業で培ってきたICTを活用、象徴的なパートナーとの連携によりその課題解決を図る「Smart Agri」の実現にも取り組んでいる。本特集では、NTTグループの食農分野の取り組みについて紹介する。





# 農分野の取り組み

## ■ NTTグループの食農分野の取り組み

40

NTTグループの食農分野の取り組みの方向性，具体的な事例，将来像について紹介する。

## ■ 社会的要請にこたえる「農業の新しいカタチ」を創り，世界へ！

45

NTTアグリテクノロジーの儲かる農業の実現，食農ビジネスを通じた「地域づくりや人づくり」に自ら役割を持ち，本気でかかわる挑戦について紹介する。

## ■ 食農プラットフォーム「Tsunagu」を使った食農バリューチェーンの展開

50

NTTドコモが2019年2月より開始した「地元を食べようプロジェクト」の実証実験の概要，および食農プラットフォーム「Tsunagu」について紹介する。

## ■ 次世代の農業を支える新しい農業ICTの創出

53

NTTドコモの次世代の農業を支える新しい営農支援プラットフォーム「畑アシスト™」の特徴，および活用事例について紹介する。

## ■ NTTデータの食農・農業分野の取り組み

57

NTTデータの営農支援プラットフォーム「あい作®」を通じた生産現場の情報デジタル化の取り組み，および福島県南相馬市での取り組みについて紹介する。

# NTTグループの食農分野の取り組み

農業は地方の基幹産業ですが、長期にわたる就業人口の減少や高齢化、気候変動による自然災害への対応、販路の確保等さまざまな課題を抱えています。その課題解決の手段として、バイオ技術やIoT（Internet of Things）、ビッグデータ解析、AI（人工知能）、ロボットを農業分野に活用したAgriTech（アグリテック）が注目されています。NTTは1985年の民営化以降、「公共性」と「企業性」の双方を使命として求められており、事業活動を通じて社会的課題を解決する「Smart World」の実現にも取り組んでいます。農業も重点分野として位置付け、これまで通信事業で培ってきたICTを活用、象徴的なパートナーとの連携によりその課題解決を図る「Smart Agri」の実現にも取り組んでいます。本稿では、NTTグループの取り組みの方向性、具体的な事例、将来像について紹介します。

く す み よしかず    むらやま たくや  
久住 嘉和 / 村山 卓弥  
よしただ かんじ  
吉武 寛司

NTT研究企画部門

## 食農分野等を取り巻く課題

農業分野は就業人口の減少と高齢化が進み、ここ30年で6割近く減少し、65歳以上の比率が6割を超えています。新規就農者も、収穫量や品質が天候次第で変動して収入が安定せず、災害や獣害被害等の不確実性への不安から、大幅な増加はみられません。それに伴い農地も減り続けています<sup>(1)</sup>。また、農業生産を行った後の輸送や販売先（販路）の確保も課題です。就農後は農産物をつくるだけでなく、それを販売し収益をあげなければなりません。そのため、消費者がどのようなニーズやトレンドを持っているかをタイムリーに把握し、そのニーズ等を生産に反映させるマーケットイン型の農業に取り組むことも有効です。一方、世界に目を向けると、人口爆発により食料、水の争奪戦になるともいわれています。今後、日本の農業が発展するためには、若い世代の就業者を増やし、規模拡大と流通・販売・消費を含めた食農全体の生産性向上、グローバルという大きなマーケットを視野に入れて取り組むことが求められます。このような状況の中、政府は未来投資会議<sup>(2)</sup>に

おいて、「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革をめざした攻めの農林水産業を掲げ、「世界トップレベルのスマート農業」「スマートフードチェーン」などの実現を重点項目としています。

## NTTグループの食農×ICTの取り組み

NTTグループにおいても農業を重点分野として位置付け、NTT研究企画部門が取りまとめ、グループ横断プロジェクト「農業ワーキング」を発足させ、NTT東日本・西日本やNTTドコモ、NTTデータ、NTTコミュニケーションズといった主要事業会社に加え、秀でたサービスを持つ約30のグループ会社や研究所と連携し、全体戦略策定やサービス・研究開発等、農業生産から流通・販売・消費・食・グローバルまで、多岐にわたる取り組みを進めています。グループ各社が持つ全国規模の通信インフラやアセット、ネットワークサービス、AI（人工知能）技術やNTTが提唱する未来のコミュニケーション基盤IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）\*の活用も視野に入れた食農分野向けの技術

やソリューションをお客さまに提供しています（図1）。施設園芸（太陽光型、人口光型）、露地栽培、畜産、共通的な気象情報、地図および流通、販売、食や食品ロス低減等SDGs（Sustainable Development Goals）に資するサービス・技術をラインアップしています。これらを組み合わせ、例えば、大規模・分散化が進むと想定される農地や施設（ハウス）を1つの仮想的な農場としてとらえ、面的に展開されたセンサ等で収集された環境や土壌、生育状況や気象情報等、さまざまなデジタルデータを一元的に管理して掛け合わせ、シミュレーションを行います（デジタルツインコンピューティング）。そのシミュレーション結果から品目に応じた最適な栽培計画を立て、農機やドローン、草刈機、収穫機等のロボティクスを遠隔で制御しながら、効率的に農作業を行います。これらの研究所やグループ会社の取り組み成果は各種展示会や外部講演等を通じた情報発信も戦略的に行っています（図2）。

\* IOWN：NTTが2030年ごろの実用化に向けて推進している次世代コミュニケーション基盤の構想。

| 農業生産             |                 |                                 |                                                | 畜産・水産等                   | 共通                  |
|------------------|-----------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 高度施設園芸           |                 | 施設園芸                            | 露地栽培（水田・畑作等）                                   | NTTドコモ<br>センシング<br>データ分析 | ハレックス<br>気象         |
| 太陽光              | 人工光             | パイプハウス                          |                                                |                          |                     |
| NTTアグリ<br>テクノロジー | NTT西日本          | NTTファシリティーズ                     | NTT東日本                                         | NTTテクノクロス                | NTT空間情報             |
| 建設               | センシング           | 建設                              | センシング                                          | センシング                    | 地図・地形               |
| センシング            | 環境制御・<br>データ分析  | センシング                           | NTTドコモ                                         | データ分析                    | NTTドコモ,<br>NTTコムウェア |
| 環境制御・<br>データ分析   | NTTスマイル<br>エナジー | 環境制御・<br>データ分析                  | センシング                                          | 牛・豚                      | サプライ<br>チェーン        |
| 生産・販売            | センシング           | NTT東日本,<br>NTTドコモ,<br>NTTテクノクロス | 作業記録                                           | NTT東日本                   | NTT                 |
| サプライ<br>チェーン     | 環境制御・<br>データ分析  | センシング                           | NTTデータ, NTT東日本,<br>NTTデータCCS,<br>NTTドコモ, NTT 他 | 豚・鳥                      | データ分析<br>(霧発生予測)    |
|                  |                 | 環境制御・<br>データ分析                  | データ分析<br>(生育・病害虫診断)                            | NTTコムウェア                 | NTTフィールド<br>テクノ     |
|                  |                 |                                 |                                                | データ分析<br>(密漁船対策)         | 食品リサイクル             |
|                  |                 |                                 |                                                | NTT                      |                     |
|                  |                 |                                 |                                                | センシング等<br>(鳥獣害対策)        |                     |

図1 ソリューションマップ



図2 展示会へのグループ出展模様

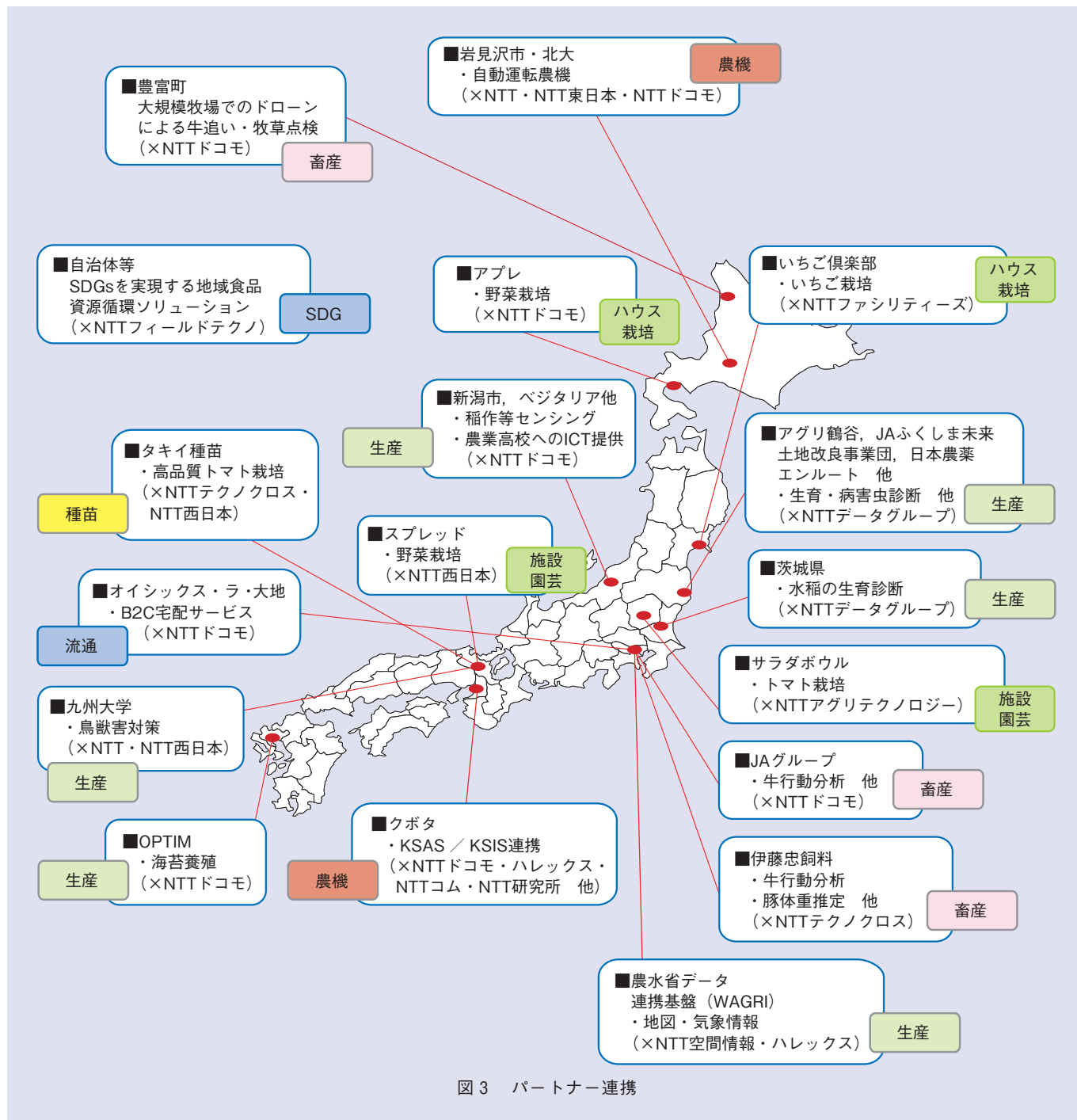


## 先進的パートナーとの具体的な取り組み

ただ、農業ビジネスへの参画に歴史の浅いNTTグループには専門知識やノウハウが不足しています。そのため、

産官学の先進的で象徴的なパートナーとの連携を戦略的に進めています（図3）。例えば、国立大学法人北海道大学（北大）、岩見沢市、NTTグループは、最先端の農業機械をはじめとするロボティクスの自動運転技術に高精度な位

置情報、第5世代移動通信システム（5G）、AI等のデータ分析技術等を活用した世界トップレベルのスマート農業の実現と社会実装およびスマート農業を軸とした持続可能な地方創生・スマートシティのモデルづくり等



## 農業ロボット技術とICTによる世界トップレベルのスマート農業



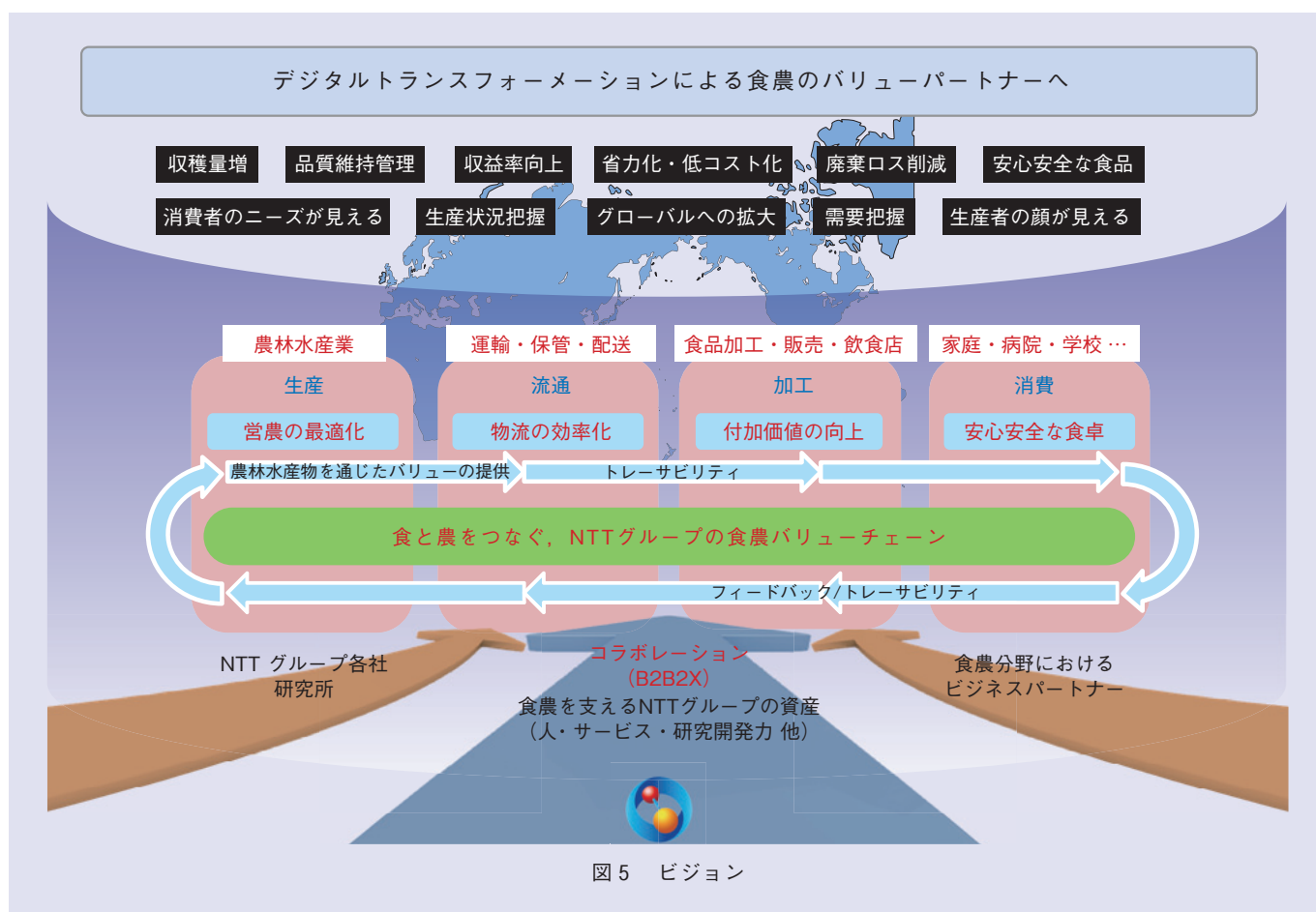
図4 北大・岩見沢市との連携

に取り組んでいくこと、またIOWNなど将来の革新的技術のスマート農業への適用に向けてともに検討を開始することに合意し、産官学連携協定を締結しました。自動運転農機については現在、世界に先駆けた複数台の協調作業システムや遠隔監視による無人状態での完全自動走行（レベル3）の実証フェーズにあり、その実現に向けては、正確な測位情報、農機や天候、作物の生育状況の把握・予測に基づく農作業計画の自動生成が必要なことに加え、農機に搭載されたカメラからの映像情報等を、低遅延かつ信頼性を担保しながら監視拠点まで伝送することも必要です。そのため、直近では5Gやローカル5G、将来はIOWNも活用し、例

えば、農協や農作業の請負業者が岩見沢市の監視センター等の拠点から、広域の農場にある多数の農機やドローン、草刈機等のロボットを遠隔地から監視・制御を行う、技術革新およびそれに伴う農業の産業化を大学、自治体、JA、農機メーカー等とも連携しながら実現する世界観をめざします。また日本と同様、新興国においても都市化が進み、就農人口が減少傾向にあるといわれています。そのため、本革新的技術をモデル化・体系化してグローバル展開も行い、農業の自動化・効率化を通じた人類の食料不足に貢献することも視野に入れて取り組みを進めます（図4）。

## 将来の方向性

NTTグループはここ数年、農業の生産部分に加え、よりマーケットの大きい、流通・加工・販売・食・輸出にわたる、いわゆるスマートフードチェーン全体を見据えた取り組みへと拡大しています。例えば、生産者と需要家をデジタルデータでつなぐデジタルフードバリューチェーンの仕組みにより、需要家のリクエストに応じて生産を行うマーケットイン型の農業を通じ、計画的で安定的な生産、安定した調達を実現し、食農にかかわる関係者がムダなくメリットを享受できるような仕組みの早期実現をめざします。また、流通効率化を通じた廃棄ロス低減



によるSDGsの取り組みも進めます。さらには、グローバルアグリにも取り組み領域を拡大します。まずは今後成長が見込める東南アジア、中東、アフリカおよび農業先進国の欧州における、現地企業や団体、大学等との具体的な案件を足掛かりに取り組みを広げる予定です。さらに、林業への領域拡大や、そのために必要なパートナーとの連携も早期に進めます。今後も、NTTグループが選ばれるバリューパートナーになることをめざし、グローバルを視野に入れた1次産業全体での発展に貢献していきます(図5)。

#### ■参考文献

- (1) [https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/2030tf/281114/shiryou1\\_2.pdf](https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/2030tf/281114/shiryou1_2.pdf)
- (2) [https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018\\_zentai.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf)



(左から) 吉武 寛司/ 久住 嘉和/  
村山 卓弥

NTTグループが今後も皆様から選ばれるバリューパートナーとなるべく、ICTを通じてグローバルでの農業をはじめとする食農分野の発展に貢献します。

#### ◆問い合わせ先

NTT研究企画部門

食農プロデュース担当

TEL 03-6838-5364

FAX 03-6838-5349

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



# 社会的要請にこたえる 「農業の新しいカタチ」を創り、世界へ！

NTTグループ唯一の農業専門会社で、農業生産法人である「NTTアグリテクノロジー」は、食農サプライチェーンに先端技術の実装を進めています。国内外の生産者、JAや全国の自治体、農研機構、農業関連企業等と協力し、地域の一大産業である農業の「新しいカタチ」を創るとともに、自らも最先端技術を集積した大規模温室を運営します。本稿では、儲かる農業の実現、食農ビジネスを通じた「地域づくりや人づくり」に、自ら役割を持ち、本気でかかわる挑戦を紹介します。

さ か い た い が え ん ど う だ い き  
酒井 大雅 / 遠藤 大己  
ひ い ず み ま さ き ま え は ら し ん ご  
樋泉 雅紀 / 前原 慎吾

NTTアグリテクノロジー

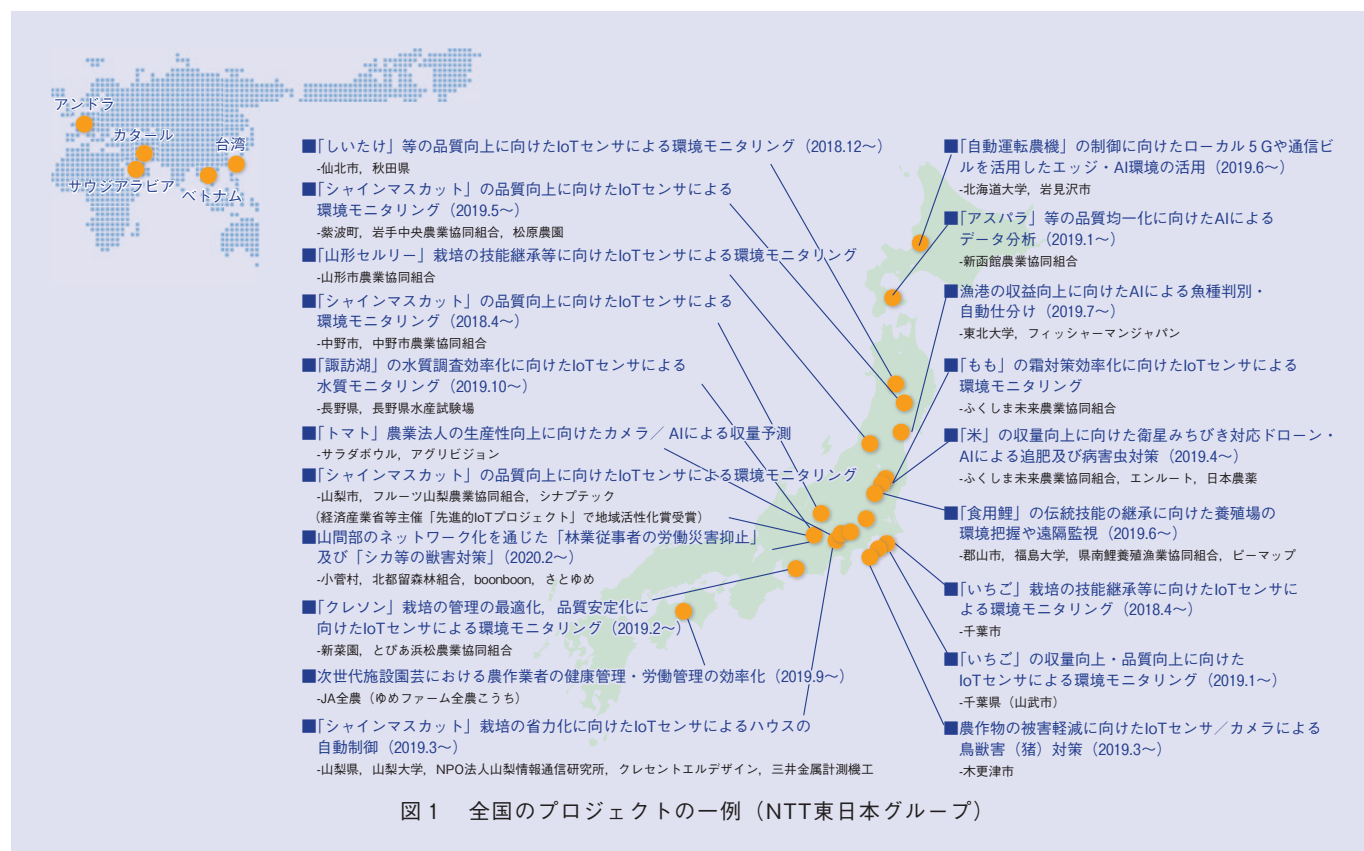
## 全国に拡がるプロジェクト

NTTグループ唯一の農業法人というインパクトからか、全国のみならず海外の生産者、企業の皆様、またNTTグループの現場等からの相談をいただいています。食農はまさに人間の根幹であり、日本の地域経済やコ

ミュニティを支える一大産業であると改めて感じます。こうした中、少子高齢化・生産性向上・付加価値向上（＝収入増）などに対処し、儲かる農業を実践する生産者や地域が増えています（図1）。

一方、農業というと生産現場に目が行きがちですが、重要なのは生産から

消費までの「情報の流れ」を正確にとらえ、流通、加工、販売を含む各々のポイントで、付加価値を付けた経営を行うことです。こうした過程で、情報（データ）がつながり“環”となったとき、つまりフードバリューチェーンとして機能すれば、大きな可能性が生まれます。今回紹介するプロジェクト



も、決して個々のソリューション事例ではありません。すべてが有機的に結びついていきます。「生産から販売までのバリューチェーン」「大規模から小中規模の農業経営者」「実証から実装」のすべてに効果的にアプローチする取り組みを通じ、社会的な要請にこたえていきます。

### 「株式会社サラダボウル」グループとの取り組み

先駆的な農業法人として注目を集める「サラダボウル」。そのグループ会社「アグリビジョン」は、約3 haの広大な温室で、環境自動制御等の先端テクノロジーを活用し、高品質トマトの生産・販売を行っています。そのプロセスでボトルネックとなっていたのが「収量予測の揺らぎ」です。これまで人の目視と経験則に頼り予測していたため、担当者ごとの揺らぎがありました。この課題を解決すべく、収量予測システムを導入しました。方法としては、収穫作業用台車にスマートフォンを固定し、収穫対象のトマトを撮影、温室内にあるWi-Fiを経由し、光回線でクラウド上に蓄積します。このデー

タで、トマトの色見や大きさ・個数を分析し、翌日収穫のタイミングにあるものを選別し、収量を予測するものです（図2 (a), (b)）。

算定された予測収量は、翌日の収穫スタッフや箱詰めスタッフの適正配置、物流トラックの適正手配、取引先バイヤーに提供する情報などに活用します。この取り組みは、畑でなっている状態から出荷先とのバリューチェーンをつなぐ一丁目一番地です。当日の急な欠品、過剰品の発生による出荷調整や機会ロス、フードロスを大幅に削減します。フードバリューチェーンをつなぐことで、高品質な農産物をより多くの人へ、また鮮度を維持し消費者に届けることが可能になり、結果として儲かる農業を実現します。

### 「JA全農」との取り組み

国内の少子高齢化に伴い農業従事者は減少する一方で、農業経営の大規模化や法人化が進んでいます（図3）。こうした中、人材確保はもとより、特に家族経営から企業組織経営に移行する中で「労務管理」の重要度が増していきます。すでに農業でも、ジョブシェ

アリング、外国人技能実習生の受け入れなどが進んでいます。また、農福連携のようにハンディキャップをお持ちの方にも活躍していただく動きもあります。農業でも、多様な担い手を受け入れる環境、また、人材定着のための働き方改革が必要な時代なのです。そのために大切なのは、適切なコミュニケーションにより農作業者の健康や安全を確保すること、作業計画の策定・見直し、作業者の適正配置、作業の標準化等の労務管理を適切に行うことです。そこで、JA全農と協力し、JA全農が地域のJA、自治体や生産者と協力して運営する大型施設園芸「ゆめファーム全農NEXTこうち」において、IoTを活用し、農作業者の健康管理・労務管理を通じて、安心・安全・効率的な農業経営を実現するプロジェクトを発足しました。

まず、ベトナムの技能実習生受け入れタイミングに合わせ、働く人の健康を守る取り組みを開始しました。腕時計型ウェアラブルデバイスで農作業者のバイタルデータ（心拍数等）を取得し、温室内にある環境制御用の温湿度センサから取得するデータと組み合わ

(a) データ取得模様



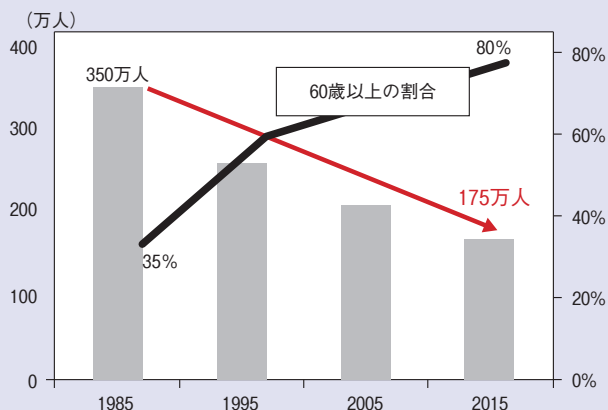
(b) 画像のイメージ



図2 収量予測

(a) 農業従事者数

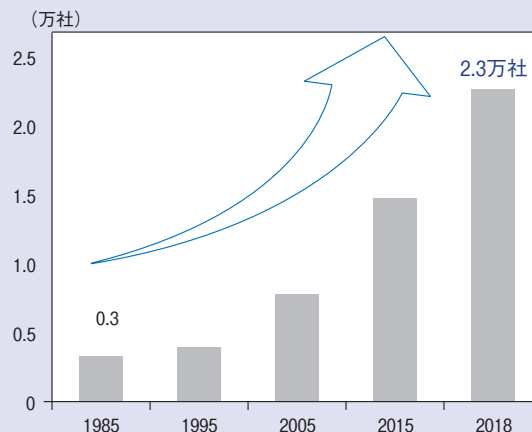
高齢化等に伴い  
約30年間で農業従事者数は半減



出典：農林水産省「2015年農林業センサス」より作成

(b) 法人経営体数

担い手農家の法人化や改正農地法に伴い  
約30年間で農業法人数は7倍以上



出典：農林水産省「認定農業者等に関する統計」  
「担い手をめぐる情勢について」より作成

図3 国内の農業従事者数と農業法人数の推移

せ、身体の負荷状態を可視化、またあらかじめ設定した条件を超えたら管理者にアラート通知をします。外国人や、障がいをお持ちでコミュニケーションに課題がある場合でも、管理者から休憩を促すことなどができる仕組みです(図4)。

また、こうしたデータに位置情報を組み合わせ、農作業者ごとの作業内容や作業時間を適切に把握し、職場環境の改善(作業動線見直し等)や、適正な人員配置といった労務管理につながります。地域に密着し、生産者支援を行うJA全農と協力することで、担い手確保を課題とする各地域への紹介や実装をめざします。



図4 ウェアラブルデバイスを装着した作業イメージ

### 「国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)」との事例

農業従事者が減少する中、省力化や生産性向上を実現するスマート農業への関心が高まっています。政府も「2025年までに農業の担い手のほぼす

べてがデータを活用した農業を実践」する目標を宣言(統合イノベーション戦略2019)しました。一方、「データを活用した農業の実践」に向けては、生産者や地域の利益につながる仕組みが求められます。例えば、生産者から

は「経験に頼らず、高単価な農産物や競争力がある新たな品種を安定生産でき、所得向上につながる」、自治体からは「農産物の栽培技術の継承や、ブランド力向上を通じ、農業を持続可能な産業として維持・成長させる」仕組



みに期待する声をいただいています。

こうした中、農業の生産性向上や生産者の所得向上を目的に、データ駆動型農業の地域実装を協力して推進するため農研機構と連携協定を締結しました。第一弾の取り組みとして、農研機構および地域の公設農業試験研究機関と協力し、両者が保有する、現在は紙ベースの栽培マニュアルをデジタル化しクラウド上に格納します。そしてデジタル化した栽培マニュアルと、生産者の圃場に設置したIoTセンシング機器が取得する環境データ（温度等）を自動的に連動させる仕組みを提供します。これにより、栽培経験が浅い生産者でも、最適な圃場環境の管理ができる情報や栽培手法を効果的に入手できます。例えば、農業に新規参入した生産者や、付加価値が高い品種の栽培に新たにチャレンジする生産者の安定生産の支援につながります。さらに、地

域や農産物の種類ごとに、最適な圃場環境管理に必要となる温度等の基準が生産者のタブレット等の端末に自動で表示されるため、ICTの専門知識がなくても手軽に活用でき、地域におけるデータ駆動型農業を身近にします。

また、デジタル化された栽培マニュアルは技術の継承を容易にし、農業を持続可能な地域の産業として維持・成長させることが期待できます。さらに、圃場に設置するIoTセンシング機器にて蓄積された環境データや、気象データ等のオープンデータを反映させ、デジタル化された栽培マニュアルのブラッシュアップを図ることで、産地全体のブランドや付加価値の向上を実現します（図5）。

### 「NTTアグリテクノロジー」自らによる次世代施設園芸（大規模温室）での生産・販売

「世界の良いものを、日本ならではの環境に適合させる技術の実証」と「生産性が高く、儲かる農業を自ら実践する農業経営の実証」のため、自社で次世代施設園芸の圃場を構え生産、販売を行います。

着工に至るまでに、欧州を中心にさまざまな国で企業と技術リサーチを行い、日本の環境に即した温室設計の議論を数カ月間繰り返しました。結果圃場には非常に高い戦略性が反映されています。高い生産性の実現には、機械化によるオートメーションが必須です。そしてオートメーションは生産活動の一連の流れでしっかり機能しなくては、その効果が発揮できません。自社圃場では、最初に販売先やマーケットを確定し、そのニーズを踏まえ生産品目の最終出荷形態を定め、1つのパッケージ商品の大きさ・出荷量の目標値を設定し、必要な日当りの生産量を算出しました。そこから、収穫、灌

の環境に適合させる技術の実証」と「生産性が高く、儲かる農業を自ら実践する農業経営の実証」のため、自社で次世代施設園芸の圃場を構え生産、販売を行います。

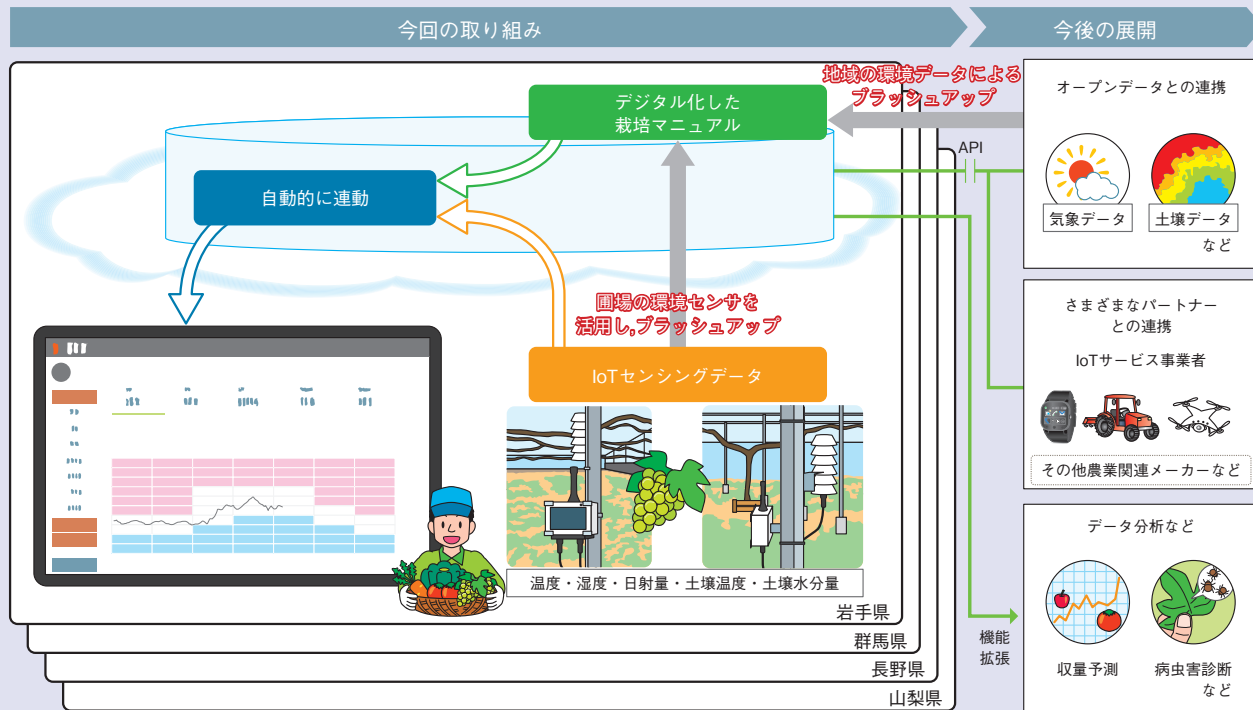


図5 取り組みイメージ

(a) 建設予定地（山梨県内 約1haの敷地で2020年1月着工）



(b) 自社ファームのイメージ

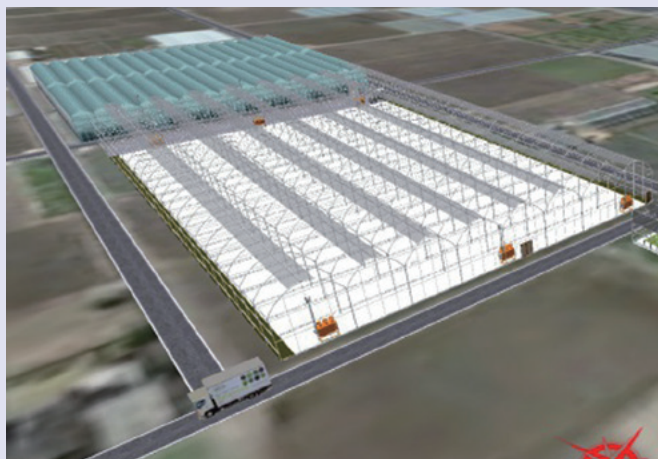


図6 次世代施設園芸

水や薬散などの中間管理、定植、育苗、発芽、播種とさかのぼって具体化し、工程ごとの作業量や必要スペースを算定しています。生産活動のシミュレーションを通じ、ボトルネックとなる個所を徹底的にあぶり出し、優先的に機械化することで工程全体の流れを研鑽します。その結果、高い効果が期待できることを確認したうえで、導入するオートメーション機器、ロボットを選定しました。中には日本初導入となるものもあります。導入効果として、栽培効率は通常の1.5倍、作業人数は半減を見込みます。こうして自ら生産者として、技術の導入効果や投資対効果を定量的に実証することで、世界の生産者に自信と確証を持って提供できる実力をつけていきます（図6）。

## 今後の展開

日本は農村文化という言葉があるように、地域づくり、人づくりに農業が密接にかかわっています。スマート農業というと「生産現場のICT活用」に目が行きがちですが、私たちがめざすのはそこではありません。「地域づく

り」に対し、自ら担うべき役割をもってかかわりたいのです。農業はその基点となり得る、重要で可能性のある産業です。今いくつかの自治体から、農業を軸に、物流・倉庫・エネルギー・加工などの関連産業、働く人に必要な環境（託児所等）を集積（クラスター）し、そのエコシステムを生産者へ提供することで、地域を元気にしたいという相談があります。期待にこたえていくには中途半端な想いではできません。こうしたプロジェクトは数年単位の時間をかけて実現していくことになりますが、生産者、地域の想いにこたえられるよう精進し、世界でも稀少少子高齢社会で磨いた生産性の高い日本農業を、人口の爆発的増加に対処する世界の農業に供給できるくらいまでの高みをめざしたいと思っています。

## 参考文献

- (1) NTT東日本・アグリテクノロジー監修：“一次産業の課題解決へ地域IoT —農業、林業、畜産業、水産業から始まる街づくりへの挑戦。”リックテレコム、2020。
- (2) NTT東日本監修：“地域で活きる実践IoT —自治体、農業、倉庫・工場の活用事例。”リックテレコム、2018。
- (3) グループ企業探訪：“株式会社アグリテクノロジー。”NTT技術ジャーナル、Vol.31、No.11、pp.48-51、2019。



（上段左から）酒井 大雅/ 遠藤 大己  
（下段左から）樋泉 雅紀/ 前原 慎吾

地域に拠点を構えるNTT東日本グループとして、社会的課題の解決、社会的な要請にこたえるために担える役割の1つが「食農分野」だと思います。応援をよろしくお願いします。

## ◆問い合わせ先

NTTアグリテクノロジー  
デジタルファーム推進部  
TEL 03-5359-4831  
E-mail contact@ntt-agritechnology.com

# 食農プラットフォーム「Tsunagu」を使った食農バリューチェーンの展開

NTTドコモでは2019年2月より「地元を食べようプロジェクト」の実証実験を始めました。本実証実験では農産物の「集荷・分荷」にかかわる物流コストや時間を削減することで、農産物を販売する側が今まで以上に高く売っても、購入する側としては安く購入できる仕組みを実現しています。今までのスマート農業では生産工程における生産性の向上を主軸とした取り組みを行っていましたが、今後は生産～流通・販売までを一貫して取り組める「食農バリューチェーン」を主軸に日本の一次産業を応援していきます。

かわの ちづこ かねひら まゆみ  
川野 千鶴子 / 金平 真由美

NTTドコモ

## NTTドコモのスマート農業の取り組み

NTTドコモは「地域協創」「社会課題の解決」の一環として、一次産業分野における農産物等の生産工程の効率化をめざし、圃場・牛舎・漁場における現場状況の遠隔監視が可能となる環境センサや、遠隔モニタリング、ドローンによる画像解析等に取り組んできました。これらの取り組みによって、生産工程における効率化や省力化、生産量の向上が図られるようになりましたが、農家の収入は「農産物の価格」×「量」で決まります。農産物自体の全体量が多い場合、供給過多となり、その「農産物の価格」は下落する傾向にあります。そのため、ICT化が一次産業分野全体に広がり、農産物の生産量が全体的に増えたとしても、せっかくつくった農産物が安値で取引されることが予想されます。これでは農家の収入が上がりず、ますます担い手不足が加速します。私たちはここに危機感を覚え、「農産物の価格」を適正な価格で取引できる流通プラットフォームを株式会社Tsunaguと協業検討し、2019年2月に横浜農業協同組合（JA横浜）と3社で「地元を食べようプロジェクト」の実証実験をスタートさせました。

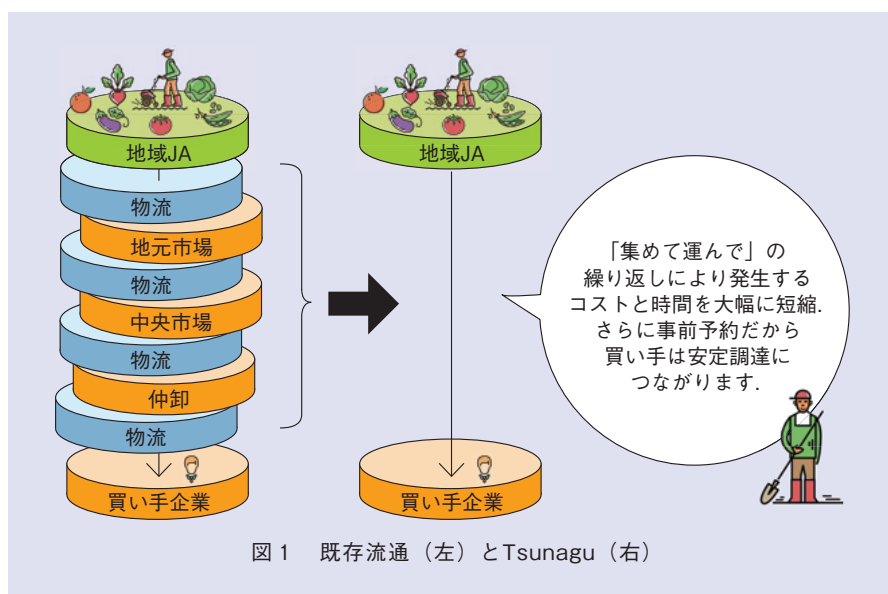
## 実証実験の概要

「農産物の価格」を適正化させるためには、「①現在行われている商流の無駄を省く」「②価値に見合った価格での取引」「③需要に見合った生産を行う」の3点がポイントとなります。通常の市場流通では、図1の左側に示すとおり、収穫された後の農産物は「集めて」「運ぶ」を繰り返して行うことで多くのコストと時間を費やしていました。この多くの中間プレイヤーが介在するモデルを改善するのが、売り手と買い手を直接つないで農産物の売買

を可能とする食農プラットフォーム「Tsunagu」です。実証実験では、売り手がJA横浜、買い手が飲食店を含む法人企業で実施しました（図2）。この実証では売り手・買い手の両者が「法人向け（B向け）」であることが他のマッチングプラットフォームと異なる点です。

## ■マッチングプラットフォームを「B2B」で実施することの意義

中間プレイヤーを極力少なくするには、生産者から直接、買い手に販売するC（生産者）2BやC2Cのモデルがもっとも効果的です。他のマッチング





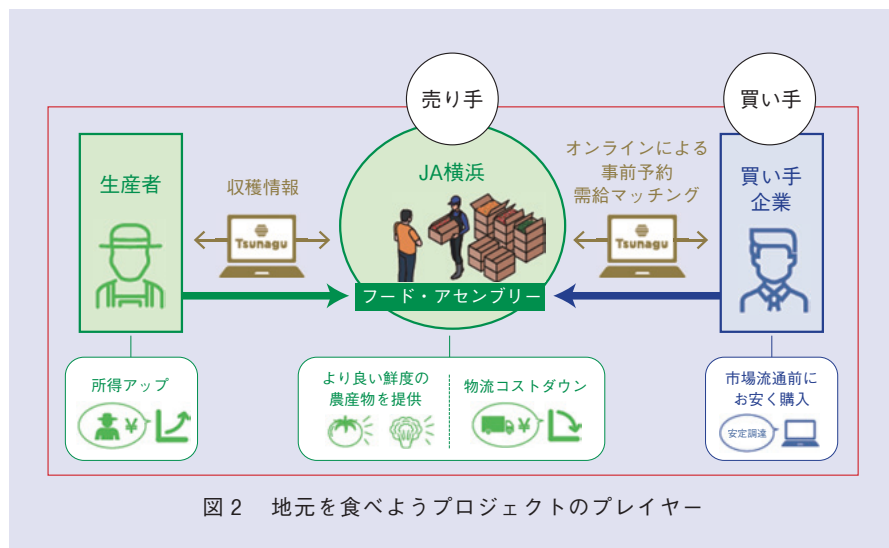


図2 地元を食べようプロジェクトのプレイヤー

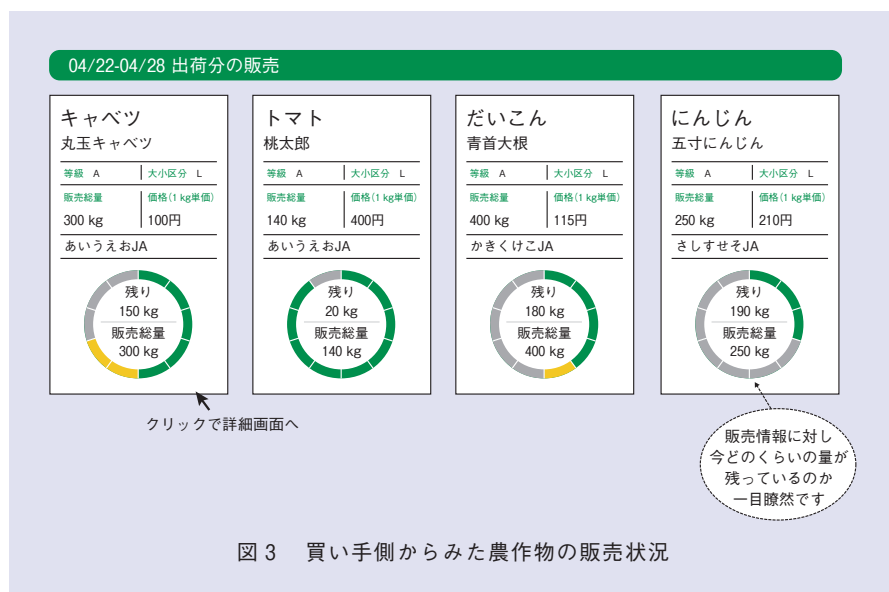


図3 買い手側からみた農作物の販売状況

プラットフォームでもこの手法を取るものが数多く存在します。しかし、買い手がBの場合、農産物の収量が確実に確保できないと、企業活動に影響がでます。そこで、本取り組みでは次に上げるメリットを見据えて売り手を「農業協同組合（JA）」とする、B2Bのモデルで実施しました。

- ① 農産物をJAが定めた一定の規格・品質で担保できる
- ② JA内で複数人数からなる生産者グループをつくることでB向け

の収量を確保できる

### ■マッチング方法

Tsunaguでのマッチングトリガーは、「売り手からの販売情報提供」と「買い手からのリクエスト」の2つから構成されています。

「売り手からの販売情報提供」では、農産物が収穫される約2週間前にJAが農産物の販売情報〔規格、1箱に入っている量（個数、束、本数、重さ等）とその単価〕をTsunaguに登録します。買い手側は、その情報（図3）

を閲覧し、希望する野菜の予約を行います。事前の予約を行うことで、買い手側としては調達の不安を軽減するとともに、直売価格の新鮮な農産物をビジネス単位である「箱買い」で用意することが可能となります。なお、Tsunaguの流通はバラ売りせず、箱での流通としています。万が一、マッチングが成立しなかった場合、今までどおり市場流通に流すことを可能とするためです。これにより、マッチングが成立した分はTsunaguを使い販売、マッチングが成立しなかった分は市場流通に出す、と販売戦略が柔軟に立てられることが大きなメリットとなります。

もう1つのトリガーである「買い手からのリクエスト」は販売情報に欲しい農産物がなかったときに、JAに欲しい農産物情報を提示することができる機能です。例えば、こまつなの販売がなかったときに、「こまつなが欲しい」といったリクエストを出すこともできますし、「人参のMではなく2Lが欲しい」といったリクエストも可能です。買い手側は期間・規格・希望価格・必要量等を提示し、売り手はその情報にこたえられるときだけリクエストに「応募」します。この際、リクエストの応募は買い手が提示している条件すべてを満たさなくても応募可能です。「自JAで提供できる量・規格・サイズ・希望価格」などを各JAが応募することによって、買い手側が各JAの状況（図4）を総合的に判断し、最適なJAに対して正式な発注を行います。この際、1つのJAからだけの買い付けではなく、複数のJAを組み合わせることが可能となっているため、取引の幅が広がり、より効率的な買い付けが可能となります。

| 管理番号 10120            | 売り手     | 等級        | 大小<br>区分 | 取引量   |
|-----------------------|---------|-----------|----------|-------|
| ABCD株式会社              | あいうえおJA | A         | M        | 60 kg |
| こまつな                  | かきくけこJA | B         | L        | 40 kg |
|                       | さしすせそJA | A         | L        | 20 kg |
| 希望価格<br>(1 kg単価) 400円 |         |           |          |       |
| 希望数量 80 kg            |         |           |          |       |
| 出荷期間 04/22 - 04/28    |         |           |          |       |
| 現在の発注総量 120 kg        |         | 検討中 00 kg |          |       |

図4 リクエスト応募状況イメージ

また、この「買い手からのリクエスト」についてはJA側に大きなメリットがあります。日本の農産物の生産は大半が「プロダクトアウト」と呼ばれる、農家主導での生産体制となっています。このため、時には農産物が足りなくなったり、時には収量が多過ぎて価格維持のための産地廃棄<sup>\*1</sup>が起きています。しかし、「買い手からのリクエスト」に合わせた生産体制をとる「マーケットイン」のモデルになると、前述のような、フードロスが起これにくくなるうえ、安定した収入を得られる出口を見据えた生産ができるため、安心して農業を続けられることが可能となります。

## ■物流手段

本実証では、物流を除いたかたちでのマッチングとして「アセンブリー方

式」を採用しており、収穫された農産物は買い手がJAの集荷場に引き取りに来ています。これにより、物流にかかわる余分なコストを削減し、なおかつ鮮度の良い農産物の提供を可能としています。農産物は残念ながら、1箱の価格が比較的安価なため、この物流に自社便や他社の定期便を使うと、総額に対する送料がかなりの割合を占めてしまいます。買い手は自身で農産物の引き取りに来る手間がありますが、アセンブリー方式により、1カ所の集荷場にまとめられた農産物を引き渡し時に確認ができるため、安心感につながります。

## 今後の展開

今回、売り手をJAとしたことにより、前述の「規格、品質の課題」「収量の課題」に加え、各生産者がつくっている農産物を集荷場にまとめる、買い手からのリクエストに基づき、生産者に指導栽培を行うことが可能となり、生産者がJAに加入するメリットがより強化されます。

「地元を食べようプロジェクト」は2020年3月末まで実証を行い、その後、商用化に向けた検討を行います。農産物には「端境期」<sup>\*2</sup>があるため、コンスタントに農産物を入手するためには、時期によっては別の産地から入手する必要があります。そのためには「物流」をどのようなかたちで導入するか、また、より効率的にマッチングを成立させるためどの機能を強化させるかなどを総合的に検証し、利便性の高いプラットフォームの提供をTsunagu社とともにめざします。この取り組みが農産物売買全体に広がることにより、需要に合わせた農産物の生産によるフードロスの減少、農産物価格の維持安定により、日本の一次産業が活性化するよう、全力で取り組んでいきます。



(左から) 石原 英一/ 水口 純/  
桂 大士/ 金平 真由美(筆者)/  
川野 千鶴子(筆者)

日本の美味しい農産物を農家さんが引き続きつくり続けられるよう、ICTを使って楽しく、稼げる農業になる社会の実現をめざします。

## ◆問い合わせ先

NTTドコモ

第一法人営業部 地域協創・ICT推進室  
第二・第一担当

TEL 03-5156-2511

E-mail pw\_fs\_agr-ml@nttdocomo.com

<sup>\*1</sup> 産地廃棄：農産物が各地で収穫でき過ぎてしまったため、農産物の価格が下落し、市場に出荷しても送料のほうが高くなってしまふ、もしくは市場価格の維持のため、収穫した野菜を産地（生産地）で廃棄処分とすること。

<sup>\*2</sup> 端境期：農産物が収穫できない期間。産地・作物によって異なります。

# 次世代の農業を支える新しい農業ICTの創出

人手不足や後継者不足が課題である農業現場にはさまざまな形態の農業ICTや作業自動化技術の導入が進んでいます。最近では栽培種や栽培方法の多様化、圃場分散化、営農マネジメントの効率化など農業にも新しい変化が出始めて農業ICTで扱うセンシング機能や情報を蓄積するプラットフォームの役割も変化しつつあります。本稿では、このような次世代の農業を支える新しい営農プラットフォーム「畑アシスト™」を紹介します。

おおぜき まさる  
大関 優

NTTドコモ

## これまでの農業ICT

本州以南や小中規模経営の農業では数a（アール）から数ha（ヘクタール）の農地や施設園芸などが多く、農作業の一部を効率化し人出不足を補うには、例えば田畑の環境データ（気温や水温など）を可視化し見回りの手間を省くような農業ソリューションが導入されてきました。圃場の環境を測るフィールドセンサなどの農業ICTがその一例です。

これらの導入で作業の一部が効率化されるのは間違いありませんが、家族や数人で行われる農作業が抜本的に省力化され、費用対効果を生み、後継者の育成にも寄与するには高価であり機能も限られているので広く普及しないのが実情でした。多くの場合、農家は代々受け継がれた農法に従って手作業中心で栽培し、後継者には栽培のノウハウを実地で体得させているのが実情です。

このようなフィールドセンサは価格の低廉化やこれらのIoT（Internet of Things）向け通信サービスの充実化に加え、海外などの製品も流入し始めており、現在では多機能なものが開発されています。国内で販売される

フィールドセンサだけでも数十種類にのぼるでしょう。先進的な農家や農業法人にはこれらを導入する動きが徐々に広がりつつあります。

一方で農業現場では新しい変化も始めています。付加価値の高い生産物に栽培を切り替える、省力化された新しい農法を導入する、栽培環境や栽培方法を「型紙化」したフランチャイズ型の農業など、これまでにない新しい様態で次世代の農業が現出しています。

## 次世代の農業を支える新しい農業ICTの必要性

従来型の農業と次世代の農業の現出により農業現場に適用させる農業ICTの機能や仕様、扱うデータの種類や内容も多様化します。栽培種や栽培方法の違いにより異なる製品の導入が必要なケース、これらと農作業の記録とは別のシステムになっているなど管理が煩雑になるケースも少なくありません。前述したようなフランチャイズ型農業は栽培方法を「型紙化」するため多種・多数のフィールドセンサを活用してデータの蓄積・分析する必要がありますが、システムの一元化や導入コスト、メンテナンスなども課題となっています。また休耕地や耕作放棄地が

増える中、その農地を新たに担う農家や農業法人が広域・分散化された農地の管理をどう効率的に行うかも新たな課題です。このように従来型の農業のみならず新しい生産方法や営農形態をベースとした次世代の農業の課題にも適用できる新しい農業ICTが必要になっています。

## 新しい営農支援プラットフォーム「畑アシスト™」

NTTドコモは従来型の農業から次世代の農業にも柔軟に対応できる営農支援プラットフォーム「畑アシスト™」\*を開発しました（図1、2）。

圃場の環境センシングと作業計画や実績管理を記録する圃場日誌を一体化した「畑アシスト™」の特徴を以下に示します。

### ■小型軽量化、多種のセンサ種をサポート

最近では気温や湿度、雨量といった気象計で計測するような基本的なパラメータ以外に土耕栽培であればPH（ペーハー）や電気伝導度（EC）、地温、水耕栽培であれば溶存酸素量（DO）、電気伝導度、PHといった、詳細な環

\*「畑アシスト™」は株式会社NTTドコモの商標です。



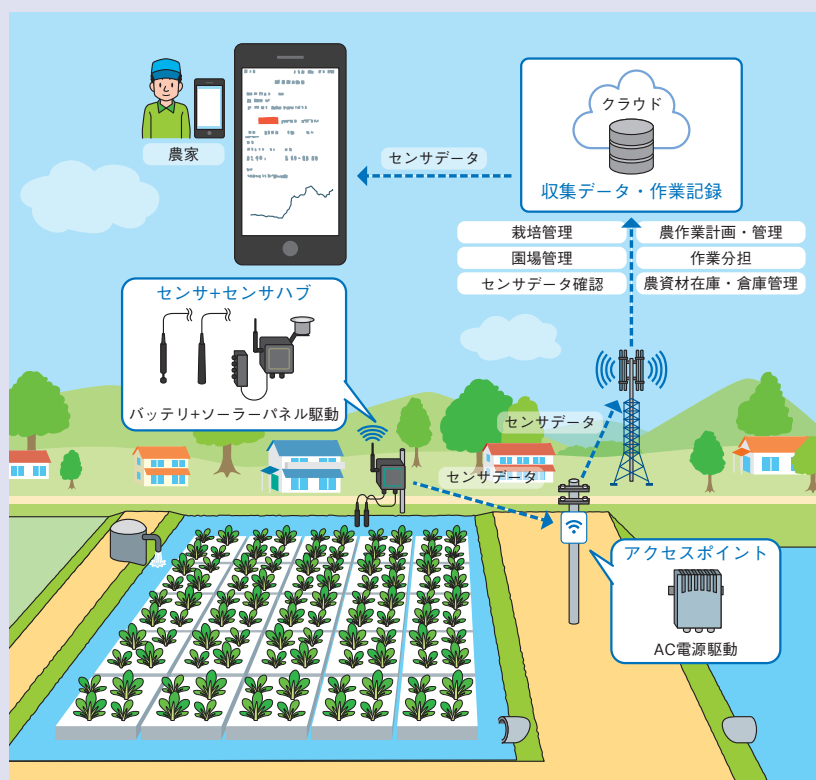


図1 畑アシスト™の概要



図2 畑アシスト™の画面

応し土耕や水耕のほか、水産にも適用できます。小型軽量化された本体は気象計を兼ねており、必要なセンサヘッドを選択して取り付けるハブの役割を果たします。さまざまな環境データを1つの機器で計測できるようになっています。

### ■LPWA-ZETAの採用

これまでの農業用フィールドセンサは本体にSIMを挿入し、収取したデータを携帯電話網経由で直接クラウドに伝送するものが多く、センサごとにデータ送受信の通信モジュールや回線の契約を必要としていました。最近ではLPWA（Low Power Wide Area：省電力広域無線通信）が普及し農業ICTのキーテクノロジーの1つになっています。

まずUNB（Ultra Narrow Band：超狭域）を最大限に活用した長距離（～10 km）の通信や低電力の運用はLPWAにおける大きな特徴です。加えて今回LPWAとして採用した「ZETA」は複数のフィールドセンサとそのデータを集約するアクセスポイント装置間でLPWAによる通信を直接行うだけでなく、間に電池式の中継器を介在させて伝送距離を延伸できます（図3）。

複数の中継器を設置すればメッシュ型ネットワークとして冗長を担保することも可能です。農業は広域、分散型の農地や移動体通信用の電波の届かない、無波地帯が入り混じる中山間地で行われる場合も少なくなく、通信距離の延伸やメッシュ型のネットワークはこのようなケースにおいて便利です。

### ■作業記録、作業者間のコミュニケーション機能の一体化

従来のフィールドセンサは収集したデータを可視化する点は便利でした

境データの把握を前提とした新しい栽培技術が導入されています。これまで栽培種や栽培方法によって異なる

メーカーのセンサや気象計を用意し使い分ける必要もありました。「畑アシスト™」は計15種類のセンシングに対

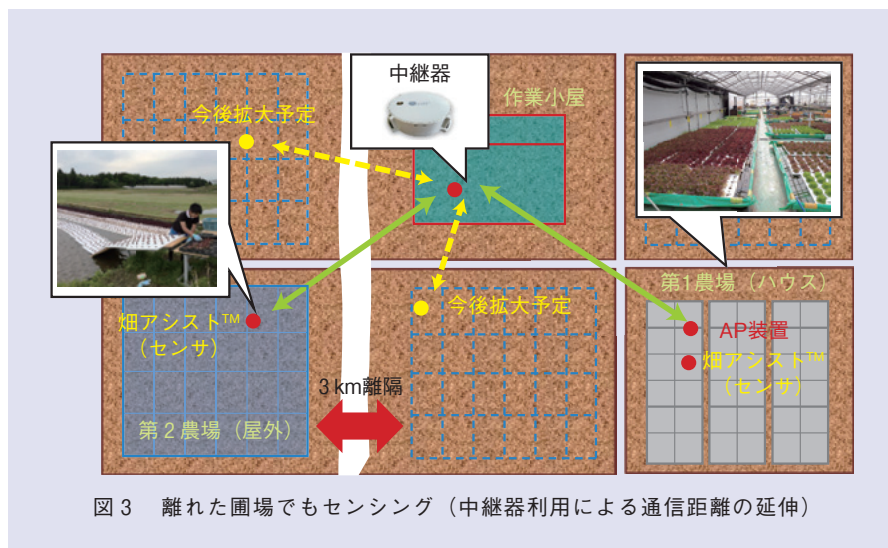


図3 離れた圃場でもセンシング（中継器利用による通信距離の延伸）



図4 作業記録

が、作業計画や作業実績を管理する圃場日誌などとは別システムであることが少なくありませんでした。「畑アシスト™」ではこれらを統合して圃場の管理や作業記録、現場への作業指示、作業報告など作業者のコミュニケーションも同一のシステムの中で行います（図4）。

また、最近では海外からの留学生が就農するケースも多く日本語のほか、英語、中国語の3カ国語をサポートしています。

このように単に圃場の環境を「見える化」するだけではなく圃場のオペレー

ション全体を一元的にプラットフォームで可視化して作業員間のコミュニケーションをやすくすることも効率的な営農には必要となっています。

### ■収穫したデータの活用やデータの保護

「畑アシスト™」に格納されるデータは貴重な営農のノウハウにほかなりません。環境データはその相関を分析することでその土地に合わせた環境の調節や収穫時期、収量の予測にも応用できます。作業記録は作業品質や現場マネジメントの向上にも役立ちます。最近ではAI（人工知能）技術の高度化、

営農分析アプリケーションの充実化もめざましくこれらの農業データの解析も効率かつ効果的に行われるようになりました。「畑アシスト™」は利用者のニーズに応じ、これらのデータ分析が容易にできるよう、他のベンダのAIプラットフォームや解析アプリケーションとの連携を容易にできるサービス仕様になっています。

### 「畑アシスト™」の活用

「畑アシスト™」は従来型の土耕を中心とした農業のほか、多種、多様な農業や水産業にも適用できます。ここでは「畑アシスト™」を活用した次世代型の栽培の事例を紹介します（図5）。

#### ■オリーブ畑

乾燥した土壌を好むオリーブの栽培は最近では関東から九州に至るまで広く行われています。食用をはじめ、美容や化粧品にも加工されるオリーブは特産品化されるなどしてその需要が増しています。

オリーブの生育には日照条件や気温、土の水はけの状況などが大きく影響しますが、福岡県のオリーブ園ではこれらを「畑アシスト™」で計測し、生育の良し悪しと紐付けて分析する試みが始まっています。これまで数値的に見えていなかったオリーブの生育条件が可視化され、水やりの量やタイミングの最適化に活用されています（図5（a））。

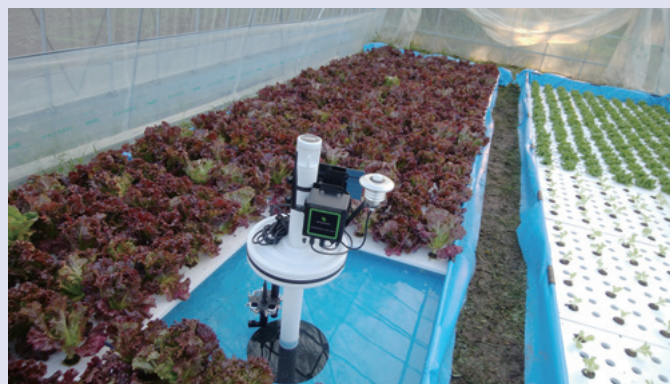
#### ■次世代水耕栽培

休耕田や耕作放棄地、空いたビニールハウスなどを活用した次世代型の水耕栽培も現出しています。液肥（液体肥料）は使用せず専用の循環装置も不要、専用の苗ポットにゆっくりと溶け出す特殊な肥料を注入し、水耕パネル上で主に葉物野菜を栽培するシンプルなもの。生産者の農作業自体は省





(a) オリーブ畑



(b) 次世代水耕栽培



(c) 海ぶどうの養殖

図5 畑アシスト™の活用

力化された軽微な作業のみとなりますが、一方で土耕栽培にはない水の管理が課題となります。

これまでは作業者はハンディタイプの機器で水の状態を手動で計測し、その結果を開発元である農業ベンダのフランチャイズ本部から営農指導を受けていましたが、「畑アシスト™」の導入により水管理は自動化され、本部と現場とのコミュニケーションも一元的に行えるようになりました(図5(b))。

生産者は現場作業に注力し、フランチャイズ本部は正確なデータに基づいた支援が可能になります。

#### ■海ブドウの養殖

沖縄県では海ブドウの養殖が盛んです。専用の養殖池に水を張り、精密な水管理をしながら養殖が行われています。この水管理には照度や水温のほか、溶存酸素計やPHなどの計測が欠かせませんが、この養殖にも「畑アシスト™」の活用を試みています(図5(c))。

養殖池で収集された水管理データは定期的に収集され生産者の手元で閲覧できるようになっており、生産者はこのデータを基に水の水温や濃度管理、養殖場の照度調節を行いますが、この

制御も自動化される見込みです。

養殖に最適な環境のデータが蓄積されることで、同様の環境を他の場所でも容易に再現できるようにもなり新しいビジネスへの応用が期待されます。

#### 今後の展開

農業現場では今後もさらに目覚ましい技術革新が進むと思われます。前述のような農業ICTが高度に発達する一方でこれまで見たこともないロボティックスの開発や導入もこれまで以上に加速するでしょう。収穫時期や生産量の予測技術も向上し、野菜の味を自動調節、販売者(小売、ECなど)の需要に基づいた生産技術の開発もすでに始まっています。次世代の農業を支える農業ICTは単に生産現場を効率化するものではなく、消費者のニーズに基づいたマーケットイン型の農業へのシフトとそれを担う新しいフードチェーンにも柔軟に連携できるプラットフォームを有することが今後は必要と容易に考えられます。またこれらのプラットフォーム連携は生産者をはじめ、農業ICTの提供事業者、運送業者、販売者、飲食店なども巻き込みながら

今後、一層、活発になるでしょうし、この連携こそが日本の農業と食文化の維持発展に寄与するに違いないと私たちは考えます。



(後列左から) 谷 友美/ 鈴木 順也

(前列左から) 矢野 稔/ 大関 優(著者)

私たちは、「食」を中心とした豊かな生活を維持・発展させるべく日本の食文化を担う大切な生産現場の課題や変化を敏感にとらえながら、これに資する農業ICTを持続的に創出していきます。我が国はもとより世界レベルの食文化の維持発展に貢献していきます。

#### ◆問い合わせ先

NTTドコモ

スマートライフ推進部 食文化事業  
フードテックビジネス担当

TEL 03-5156-3588

FAX 03-3509-6255

E-mail agri-lsb-ml@nttdocomo.com



# NTTデータの食農・農業分野の取り組み

スマート農業の推進は、成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーションの分野で政府によるSDGs（持続可能な開発目標）を推進するための取り組みに挙げられています。NTTデータではその推進に寄与するべく営農支援プラットフォーム「あい作<sup>®</sup>」を通じた生産現場の情報デジタル化の取り組みや福島県の農業復興支援、地球温暖化に伴う気候の変動により従来の栽培暦や農業者の経験では対応が困難な状況へのデジタル技術の導入支援などを行っています。本稿では、NTTデータの農業分野の取り組みと今後の方向性について紹介します。

いせや たけし

伊勢谷 岳志

NTTデータ

## 日本の農業を活性化させる農業ICT

農業は、日本政府の成長戦略にも位置付けられています。農業全体の所得向上をめざし、生産性向上や効率化などさまざまな課題に対してICTを活用したスマート農業の実現が試みられています。しかし現時点では、農業ICTの活用は一部にとどまっており、農業全体への普及に向けた使いやすく効果の大きなソリューションが求められていました。ICTには、従来は活用されていなかったデータをデジタル化し、データ量を増やしていけばいくほど、その力がより大きく発揮される特質があります。農業ではこれまで、生産者の経験や勘などはデータ化されず一子相伝で受け継がれてきた領域が多くあり、そこにICTが加味されることで効率化が図られたり、新規就農者の技量を早く向上させられるなどのメリットが考えられます。

## 営農支援プラットフォーム「あい作<sup>®</sup>」を通じた生産現場デジタル化の取り組み

NTTデータは、農業協同組合や農事組合法人などの農業団体での利用に特化した営農支援プラットフォーム（クラウドサービス）「あい作<sup>®</sup>」\*1（図1）

の商用提供を2019年4月から開始しました。「あい作<sup>®</sup>」は、生産者と組合担当者の営農業務のうち、生産計画作成から栽培記録の確認、承認までの業務を対象にしています。生産者がスマートフォンやタブレットに入力した栽培情報を、農業法人の管理者や組合担当者が把握できるようになることで、産地の栽培情報の見える化を実現するだけでなく、双方のコミュニケーションも促進して営農活動の質の向上と効率化を実現します。また、「あい作<sup>®</sup>」は日本GAP協会の推奨農場管理システムの認定を受けており、GAP\*2の実践や認証取得にも活用できます。従来、生産者は生産計画や栽培結果を紙面で作成して組合に提出していましたが、「あい作<sup>®</sup>」を使えばスマートフォンやタブレットなどで簡単に入力するだけで組合に提出できます。また組合の担当者はいつでも、入力された情報を確認することができ、農薬の使用基準の確認や出荷時期・出荷量見込みなどの把握に活用できます。「あい作<sup>®</sup>」の開発では、ICTがあまり浸透していない営農の現場を対象とするだけに、生産者の使いやすさに徹底的にこだわりました。企画開発の段階から生産者に実際にシステムを利用してもらい、使

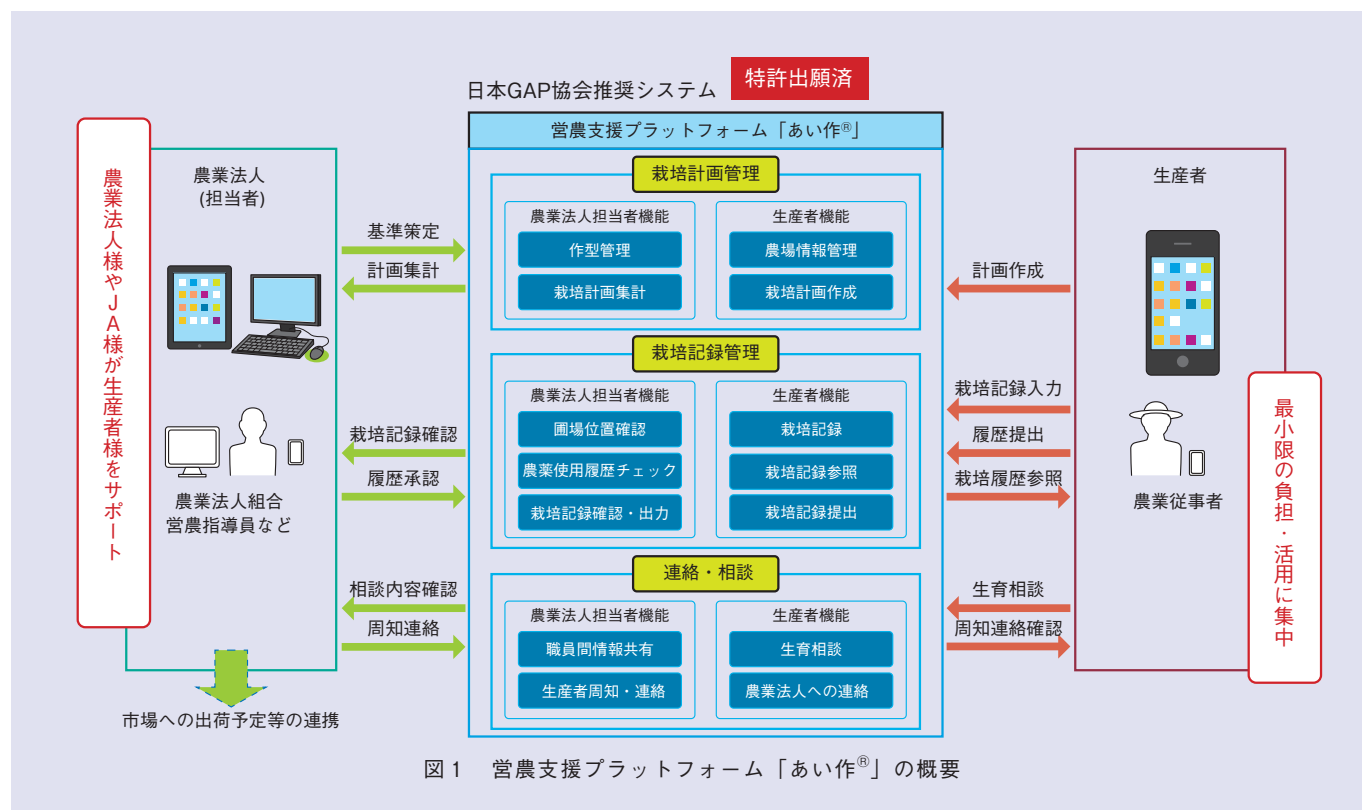
い勝手について意見を求める一方、行動観察などのフィードバックに基づいた設計見直しを繰り返しました。その結果、日々の営農業務に負担なく続けられるシステムになりました。入力した内容は、生産者自身の営農活動にも活用できます。「あい作<sup>®</sup>」は、法人または組合単位の手元ライセンス制で提供され、すでに20県を超える地域でご利用いただいています。

## ■豊富な機能を気軽に使える仕組み

「あい作<sup>®</sup>」は「営農支援プラットフォーム」を標榜しているように、めざすサービス内容は現在提供している生産計画や栽培実績の記録にとどまりません。つまり農業の川上から川下までの、まさに農業を営むすべての領域でのICTプラットフォームになることを目標としています。田畑に設置されたセンサを利用して生育状況を自動的

\*1 あい作<sup>®</sup>：Agriculture Information Share and Communicationの頭文字「AISAC」の日本語表記。農業情報に関する拡張性を備えるプラットフォームにする気概と農業現場での親しみやすさを込めて「あい作<sup>®</sup>」という日本語の名前を付けました。

\*2 GAP：Good Agricultural Practice（農業生産工程管理）のこと。農業における食品安全、環境保全、労働安全などの持続可能性を確保するための取り組みです。取り組みの状況を記録して改善を進め、その取り組み内容が認証されると国内外で「安全・安心な農作物」として政府調達の対象などになります。



に把握して水やりの時期を決めたり、消費市場での相場情報を基に出荷時期や量を調整して収益を増やすなどの取り組みが可能になります。しかしながらシステムそのものの技術レベルは上がり、生産者が気軽に使えるような仕組みにするのも容易ではありません。こういった課題に対してNTTデータグループがさまざまな業種・業態でのシステム開発で培ったノウハウを提供することで、農業の成長を支援できると考えています。

#### ■農業×アジャイル開発

「あい作®」の開発においては農業ICTの普及障壁である「使ってもらえ

ない」という課題に真正面から向き合いました。デザイン思考・UX・アジャイル開発の要素を組み込んだ、NTTデータの新サービス創出方法論「Altemista Project Now!」（図2）をプロジェクトに適用し、徹底的な利用者目線、クイックな検証に拘ることで使いやすさを追求しました。

現在も生産者の“より使い易く”の声におこたえするため、2週間～1カ月単位で改良版のリリースを重ねています。これらの改善の結果、若手生産者だけでなく、高齢のベタランの生産者などにも利用が進んでいると考えています。

さらに「あい作®」を導入したJAなどの職員からは「生産者が入力した内容を職員もリアルタイムで共有できるようになっており、記録内容が基準に適合しているかどうかを自動で判断する機能も備えているため、職員の作業も効率化された」、「営農指導員が生産者からの技術相談を受信し返信する機能もあるので、取引先との商談や出張先などのため相談を受けた時点で対応できない場合にも受信して、用件終了後すぐに対応できる」などJA職員の業務効率化にも効果的との評価を得ています。

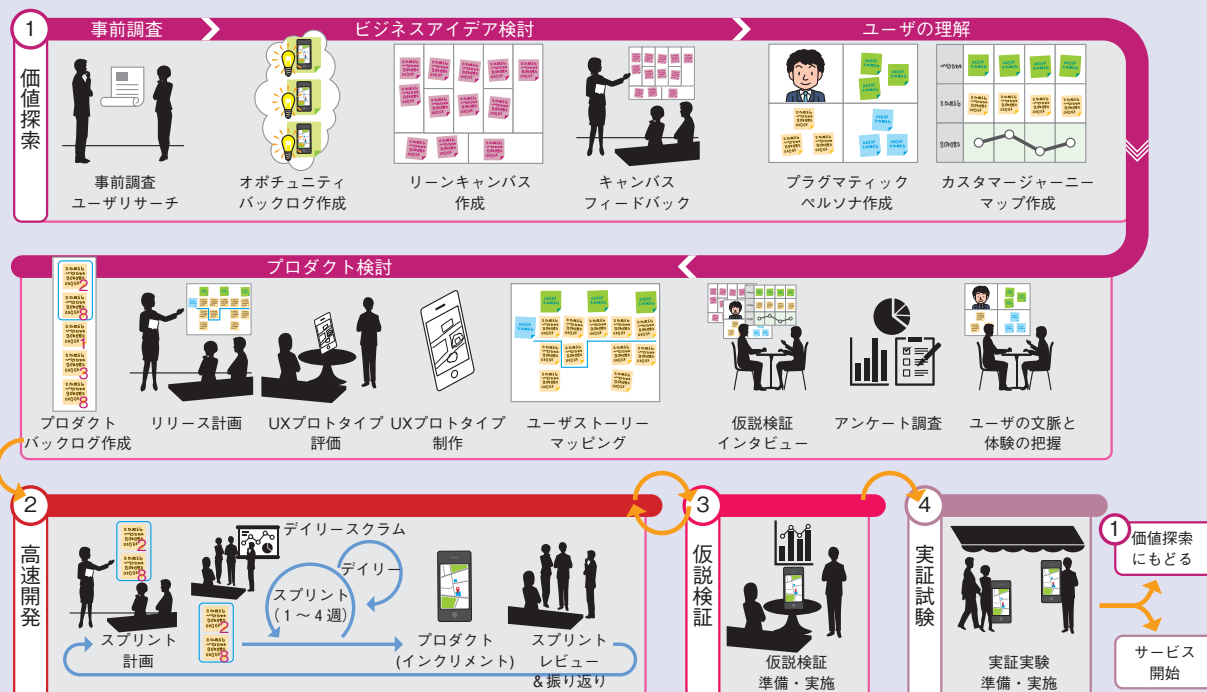


図2 NTTデータにおけるサービス開発の方法論「Altemista Project Now!」

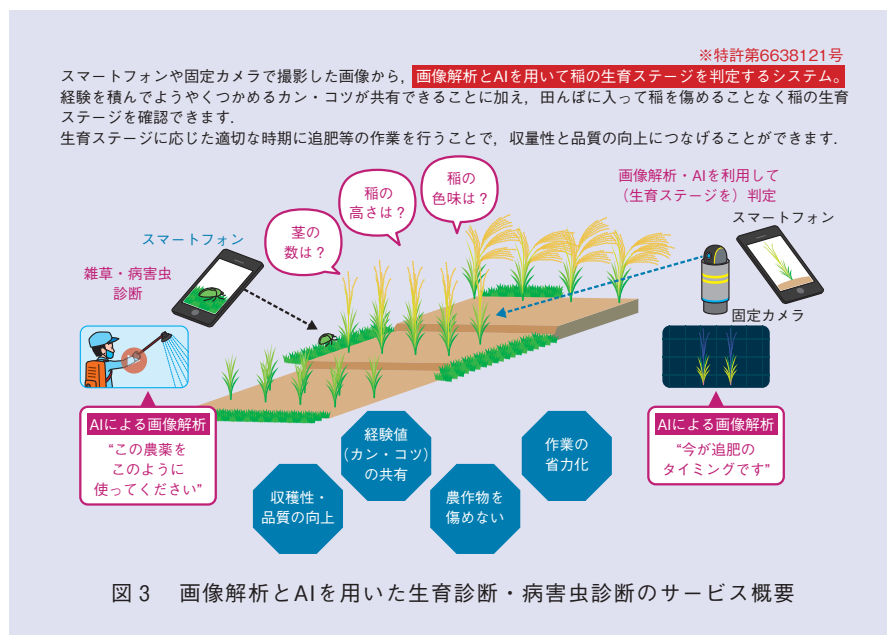
## NTTデータグループの雑草・病害虫診断、生育診断への取り組み

農業は自然とともに営む産業であるがゆえに自然界特有の被害に見舞われることがあり病害虫被害もその1つです。世界規模でみると農業生産可能量の2、3割程度が病虫害・雑草害で失われ、世界の飢餓人口に相当する数億人分の食料に値するともわれています。一方で、気候変動や栽培作物の多様化、農産物流通の国際化に伴う海外からの侵入病害虫等、その対策への農家の負担はますます大きくなってきています。NTTデータCCS（データ

CCS）は水稻の雑草、病虫害の診断システムの構築に取り組んでいます。データCCSの持つAI（人工知能）技術を活用した画像解析技術を活かし、例えば、農家や営農指導員がスマートフォンで撮影した病虫害の画像を病虫害データベースと突合させ、リアルタイムで病虫害の候補やそれぞれの対処方法、推奨農薬等の情報をフィードバックする仕組みの構築、面的展開をめざしています。合わせて、水稻の生育ステージを判別する仕組みを、水稻の形状の変化に着目した画像深層学習を用いて開発を進めてもいます。稲の生育ステージは分けつ期、幼穂分化期、

減数分裂期、出穂期、登熟期等がありますが、収量や食味、品質を上げるには、特に幼穂分化開始のタイミングを正確に把握し、適切な時期に追肥することが必要となります。しかし現状では、匿農家といわれているベテラン農家の長年の経験と勘に基づいて行うか、顕微鏡検査等による分解検査が必要で、後継者不足の問題や多大な労力と困難を伴っています。データCCSはこの課題に取り組み、固定カメラやスマートフォンで撮影した画像から各生育ステージを分類し、撮影時の稲の形状把握を行うことで、特に重要な幼穂分化開始を深層学習により決定する





仕組みを構築するとともに、対象作物拡大、面的展開を進めています（日本国特許取得済み）。

なお、この「雑草・病害虫AI診断」「生育AI診断」の機能は現在、「あい作<sup>®</sup>」に試行版として提供されています（図3）。

### 福島県南相馬市での取り組み

東日本大震災により、岩手・宮城・福島の東北3県においては約2万530haの農地が津波により浸水しました。営農再開に向けた農地の復旧・整備が進められ、福島県では津波被災農地5460ha（転用見込み含む）のうち、平成30年度までに2670haが営農再開可能面積となっています<sup>(1)</sup>。また原発事故による避難指示がなされていた地域についても、順次解除が進められて

おり、営農の再開も取り組まれています。しかしながら営農再開済みの農業者は、労働力の確保を大きな課題と考えており、営農再開意向がない農業者の主な理由も「高齢化や地域の労働力不足」となっています<sup>(2)</sup>。今後、1人当たり農業者の耕作面積は増加していくと考えられますが、旧来の農業技術体系のままでは耕作可能な面積に物理的な限界が訪れ、復旧・整備された農地がそのまま耕作放棄地となってしまうことも考えられます。特に中山間地では、治水や土砂崩れの防止といった水田の多面的機能が果たす役割も重要となっており、限られた就農人口でも大規模面積での営農を継続できる低負荷低コストであるスマート農業技術体系が求められています。

そこでNTTグループを中心に、2019

年4月に「みちびき」活用による新たなスマート営農ソリューションコンソーシアムを立ち上げ「あい作<sup>®</sup>」だけでなく、準天頂衛星みちびきの高精度なGNSS（Global Navigation Satellite System）信号を受信するドローンを、NTTデータのドローン運航管理ソフトウェアパッケージ「airpalette<sup>®</sup> UTM」を利用して複数台同時に自動運行し、生育状況を把握したり、肥料や農薬散布を適所に適量行うなど、農家経営に貢献するスマート農業の実証実験を、福島県南相馬市で始めています（図4、5）。一連の取り組みから得られた知見は、福島県内だけでなく全国の中山間地を中心に展開可能で、将来的には発展途上国の農業生産の効率化にも転用できるものであり、世界の食糧確保にも貢献できる技術だと考えています。

### 今後の展開

農業ICTは検証・実証フェーズから、社会実装のフェーズに移りつつあります。このような状況の中、NTTグループはこれまで各社が個別にプロダクト開発や展開を進めてきましたが、今後は各プロダクトや蓄積されたデータの連携させる仕組みの構築を加速させ、競争力を強化していきたいと考えています。例えば稲作については、前述の病害虫・病害雑草診断、生育診断、およびグループの持つセンシング技術、気象、地図情報、さらには収量予測や病害虫予測までを連携させ、稲作のトータル診断・予測サービスの実

国際特許  
出願済<sup>※1</sup>

- みちびき対応ドローンによる撮影画像を元にAI技術（画像分析）を用いて稲の生育ステージ変化を正確に診断。収量・品質向上に最適な追肥タイミングを特定
- NTTグループによる茨城県での実証実験<sup>※2</sup>（定点カメラ活用）で実績あり

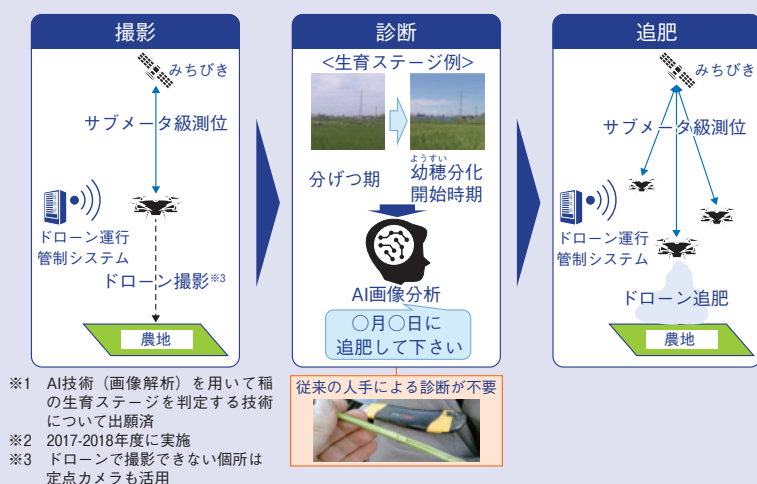


図4 スマート生育診断・追肥の実証

- みちびき対応ドローンによる撮影とAI技術（画像分析）により、病害虫・雑草の種類および対処方法を瞬時に特定（NTTグループにて、スマホ撮影画像の分析で実績あり）
- ドローン運行管制システムを活用したドローンの複数機制御により、短時間かつ正確に農薬散布が可能



図5 スマート病害虫診断・対処の実証

現をめざします。また、農と食をつなぐデジタル食農バリューチェーンの仕組みとも連携させ、生産のみならず、販売面でも農業関係者を支援する仕組みを構築し、省力化と収益増の両面から儲かる農業の実現を後押ししたいと考えています。

今後も、NTTグループが選ばれるバリューパートナーになることをめざし、1次産業をはじめとする食農分野の発展に貢献していきます。

#### 参考文献

- (1) [http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/higai\\_taio/attach/pdf/master\\_plan-7.pdf](http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/higai_taio/attach/pdf/master_plan-7.pdf)
- (2) [https://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/attach/pdf/12town\\_jisseki1812.pdf](https://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/attach/pdf/12town_jisseki1812.pdf)



伊勢谷 岳志

「食」と「農」は切り離せず、農業は人が生きるうえでもっとも基本的な産業の1つです。しかしながら日本の基幹的農業従事者数は減少の一途をたどり、2019年には30年前の約半数である140万人となっています。日本の豊かな食を守るためにも農業を支える農業ICTの社会実装が急がれています。

#### ◆問い合わせ先

NTTデータ

戦略ビジネス本部 食農ビジネス企画担当

TEL 050-5546-9784

FAX 03-5546-9294

E-mail nd-agri@kits.nttdata.co.jp



# WRC-19・ITU-Rにおける5 GHz帯無線LAN制約緩和の国際条約改正の取り組み

いわたに じゅんいち<sup>†1</sup> おおつき しんや<sup>†1</sup> あさい ゆうすけ<sup>†1</sup> いまなか ひで<sup>†2</sup>

岩谷 純一 /大槻 信也 /浅井 裕介 /今中 秀郎

NTTアクセスサービスシステム研究所<sup>†1</sup>/NTTアドバンステクノロジ<sup>†2</sup>

2019年10～11月にエジプトで開催されたITU世界無線通信会議（WRC-19: World Radiocommunication Conference 2019）にて、国際電気通信条約附属無線通信規則（RR: Radio Regulations）の改正が議論・合意されました。本規則は、各国政府が遵守義務を負う電波利用の国際ルールです。この会議において、日本が推進してきた5 GHz帯無線LANの制度改正、特に5.2 GHz帯（5150-5250 MHz）の屋外利用・高出力化の議題について、日本国内制度と整合するかたちでRRの改正に成功しました。NTTは、WRC-19、ITU-R（ITU

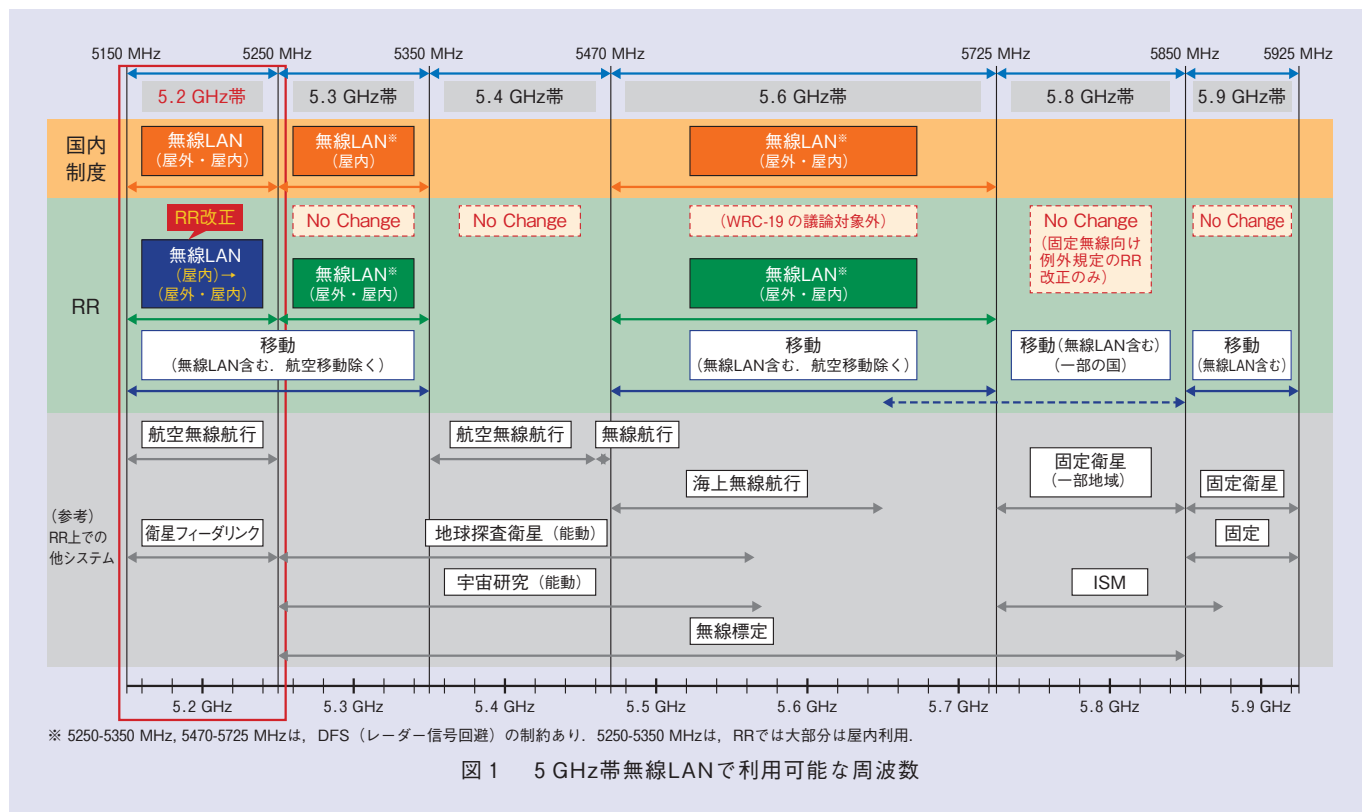
Radiocommunication Sector）や関連会合で、本議題の日本代表団主担当として、RR改正に向けた技術検討やRR改正案の提案、合意形成等に約3年間取り組んできました。ここでは、5 GHz帯無線LANのRR改正までの過程と改正RRの概要を説明します。



## ■ 5 GHz帯無線LANの規則

近年のスマートフォンやタブレット端末の普及により無線LANの需要が急増し、世界的に無線LAN周波数の

不足が懸念されています。2015年のWRC-15会合に向けたITU-Rの検討では、2018年には5 GHz帯無線LANに300-425 MHzの帯域不足が生じるとの研究結果が示されました。5 GHz帯で利用可能な無線LANの周波数を図1に示します。従来のRRでは、5.3 GHz帯（5250-5350 MHz）、5.6 GHz帯（5470-5725 MHz）が、等価等方輻射電力（EIRP: Equivalent Isotropically Radiated Power）最大1 Wの高出力で屋外利用可でしたが、いずれもレーダーの信号検出時に周波数チャネル変更を義務付ける制約条件（DFS: Dynamic Frequency Selection）があ







るため、レーダーの使用により無線LANの通信断が発生する懸念がありました。また5.3 GHz帯は、大部分が屋内利用となるよう主管庁が対処すべきとの規定がありました。一方、5.2 GHz帯はDFS不要ですが、低出力（最大EIRP 200 mW）での屋内利用に限定されていました。なお、日本国内制度では、5.6 GHz帯のみ屋外利用可（要DFS）であり、5.3 GHz帯は屋内限定（要DFS）、5.2 GHz帯は暫定的に屋外利用可となっていました。このため、5 GHz帯無線LANの制約緩和、特にDFSの制約がなく安定的な利用を見込むことができる5.2 GHz帯の屋外利用が強く求められてきました。

このような背景から、WRC-19の議題1.16として、①5.2 GHz帯と5.3 GHz帯の制約緩和、②5.4 GHz帯（5350-5470 MHz）、5.8 GHz帯（5725-5850 MHz）、5.9 GHz帯（5850-5925 MHz）の無線LAN新規利用のRR改正が検討対象となり、2016～2019年にITU-Rや関連会合で検討されました。

#### ■国内制度と日本・NTTの取り組み

ここでRRと国内制度の関係を説明します。通常、RRが改正された場合、それを基に各国の電波法等の国内制度が改正されます。一方、日本国内の5.2 GHz帯無線LANの制度は、RR改正に先行して2018年に屋外利用・高出力化を認可するよう、NTTの主導により国内制度が暫定的に改正されており、WRC-19の結果次第で制度の見直しを予定していました。暫定改正された国内制度のもと5.2 GHz帯を確実に屋外利用できるようにするには、WRC-19において国内制度と整合したRR改正が必要でした。

NTTグループでは、2018年の国内制度改正後にNTTブロードバンドプラットフォームが国内での無線LANのスタジアム展開などを進めており、5.2 GHz帯無線LANを屋外利用できる

国内制度を維持することが必須でした。こうした経緯から、NTTは日本代表団の主担当として総務省と連携し、電波産業会で国内関連企業の意見集約をしつつWRC-19会合、ITU-R会合、アジア太平洋地域（APT: Asia-Pacific Telecommunity）のWRC準備会合であるAPG（APT Conference Preparatory Group for WRC）等で、国内制度と整合したRR改正に向けて活動しました。



#### ■RR改正に向けた方針

2016年から2019年にかけて、①ITU-Rでの技術検討、②WRC-19準備文書への日本案記載、③APG会合での合意形成の3つの取り組みを中心に準備を進めました。

なお、日本国内制度では、屋外利用、高出力（最大EIRP 1 W）に加えて、他システムへの干渉軽減のため、EIRPのアンテナ仰角制限（5250-5350 MHzと同条件）、屋外アクセスポイントの登録制が導入されていました<sup>(1)</sup>。このため、日本としては、これと同等または緩い条件でのRR改正をめざし必要な合意形成に重点を置きました。

#### ■ITU-Rでの技術検討

ITU-R会合では、主に5.2 GHz帯の制約緩和の可否が議論されました。無線LANを屋外・高出力で利用すると、衛星フィーダリンクや航空無線航行など、同じ周波数を使う他システムへの干渉が増加するため、その影響や干渉軽減策が検討されました。約3年にわたり、日本のほかに米国・中国・フランス・ロシア・Globalstar（米国の衛星事業会社）などから提示された検討結果を基に議論されましたが、結論が一本化されず、技術レポートに複数の検討結果が併記されるにとどまりました。日本からは、日本国内制度の条件

下で他システムと共用可とする検討結果を示し、文書に反映させました。この技術レポートは、当初想定のITU-R報告（公開文書）としての完成には至らなかったため、暫定版としてWRC-19で参照されることとなりました。

#### ■WRC-19準備文書への日本案記載

ITU-Rにおいて、WRC-19で参照する資料として、それまでのITU-Rの議論を基にして日本国内制度に基づくRR改正の選択枝案を含むWRC-19準備文書を2019年2月に完成させました。表1に示すように、本文書では、5.2 GHz帯（5150-5250 MHz）では日本案A3を含む6つのRR改正の選択枝案が記載されました。

#### ■APG会合での合意形成

APGは、WRCに向けたAPT（アジア太平洋地域）の共同提案等を検討する会合で、WRC-19まで全5回開催されました。日本は、WRC-19準備文書に記載されている日本案A3によるRR改正をAPTの共同提案とすることをめざしました。一方で、衛星への干渉が問題になるとしてNo Change（RR改正なし）を主張する中国・オーストラリアの強い反対意見があり、RR改正および改正なしのいずれの案もAPT共同提案とするには至りませんでした。一方で、5.2 GHz帯のNo Changeを除く5つのRR改正案の中では、日本案A3支持への一本化に成功し、APTの共通見解としてAPGの会合出力文書に反映させました。さらに、APG会合後に、日本が主導し日本案A3によるRR改正提案をAPTの主要9カ国による連名の寄書として作成し、WRC-19に提出しました。



#### ■会合前の状況

WRC-19会合は、2019年10月28日～11月22日にシャルム・エル・シェ



イク（エジプト）で開催され、RR改正について議論されました<sup>(2)</sup>。5 GHz帯無線LANに関しては、31件の寄書が入力されました。寄書の内容に基づく主要国・地域の5.2 GHz帯への見解を図2に示します。中国・オーストラリア・ロシアなど屋外利用反対国が多

く、また日本・北南米・欧州・韓国などの屋外利用支持国の間でも許容条件の差が大きい状況でした。さらに、前述のとおり技術レポートが完成していないことやAPTだけでなく複数の地域で共同提案がまとまらなかったことから、日本案だけでなく改正なしを含

む他国の提案内容でのRR改正について、全会一致で合意することは極めて困難な状況でした。

日本の5.2 GHz帯の議論の対処方針は会合前に総務省と調整しており、日本案A3を包含する条件、または実装上問題のない範囲で日本案A3と同等の条件での全世界共通のRR改正を目標としました。しかし、提出された各国・各地域の寄書を分析した結果、この目標は実現困難な見通しであったため、会合前および会合中に総務省と調整し複数の妥協案を作成して対応しました。

## ■WRC-19会合での議論状況

5.2 GHz帯無線LANの制約緩和の議題は、会合開始直後から議論を開始しましたが終始紛糾し、会合最終日まで週末や深夜も含め議論が続きました。

前半の2週間は、各国・各地域が自らの主張を繰り返し、議論が空転し、妥結する見通しが全く得られませんでした。日本は、最大EIRP 1 Wでの屋外利用をAPT向けの例外規定とするため、APT内の反対国（中国・オーストラリア）と重点的に調整を進めましたが、最大EIRP 200 mWまでの妥協が限界とされ、合意形成に向けた協議は折り合いがつきませんでした。

会合3週目に入り、中国と粘り強く継続的な交渉を続けた結果、無線LANの台数制限により屋外利用率を一定値以下にする条件で最大EIRP 1 Wでの屋外利用について、日本と中国の間で合意しました。しかし、これまで日本案A3を支持していた韓国・ニュージーランドなどが、自国での実施が困難なことから台数制限に強く反対する立場を表明し、APT内限定の例外規定の合意も困難な状況となりました。

最終週となる4週目で、これまでNo Changeを主張していた国から妥協案が提示され、全世界共通で最大

表1 WRC-19準備文書（2019年2月）記載のRR改正の選択肢案

| 周波数           | RR改正<br>選択肢案 | RR改正案の内容                                                               | 備考    |
|---------------|--------------|------------------------------------------------------------------------|-------|
| 5150-5250 MHz | A1           | No Change                                                              |       |
|               | A2           | 最大EIRP 4 W、緩いEIRPアンテナ仰角制限で屋外利用、帯域外漏洩の条件追加                              | 米国家   |
|               | A3           | 5250-5350 MHz帯と同条件（最大EIRP 1 W、EIRPアンテナ仰角制限、台数制限）で屋外利用                  | 日本案   |
|               | A4           | 自動車内（最大EIRP 40 mW）、列車内（最大EIRP 200 mW）、無人システム（ドローン想定、最大EIRP 200 mW）で利用可 | フランス案 |
|               | A5           | 自動車内（最大EIRP 40 mW）で遮蔽損 15 dB確保の条件で利用可                                  | ロシア案  |
|               | A6           | A2に帯域外漏洩の条件を補強                                                         | カナダ案  |
| 5250-5350 MHz | B            | No Change                                                              |       |
| 5350-5470 MHz | C            | No Change                                                              |       |
| 5725-5850 MHz | D1           | No Change                                                              |       |
|               | D2           | 北南米を除く地域で移動業務（無線LAN含む）利用可（無線LANは屋内限定、DFS等の制約あり）                        | 英国案   |
|               | D3           | 例外的に移動業務（無線LAN含む）利用可の国の追加                                              | 英国案   |
| 5850-5925 MHz | E            | No Change                                                              |       |

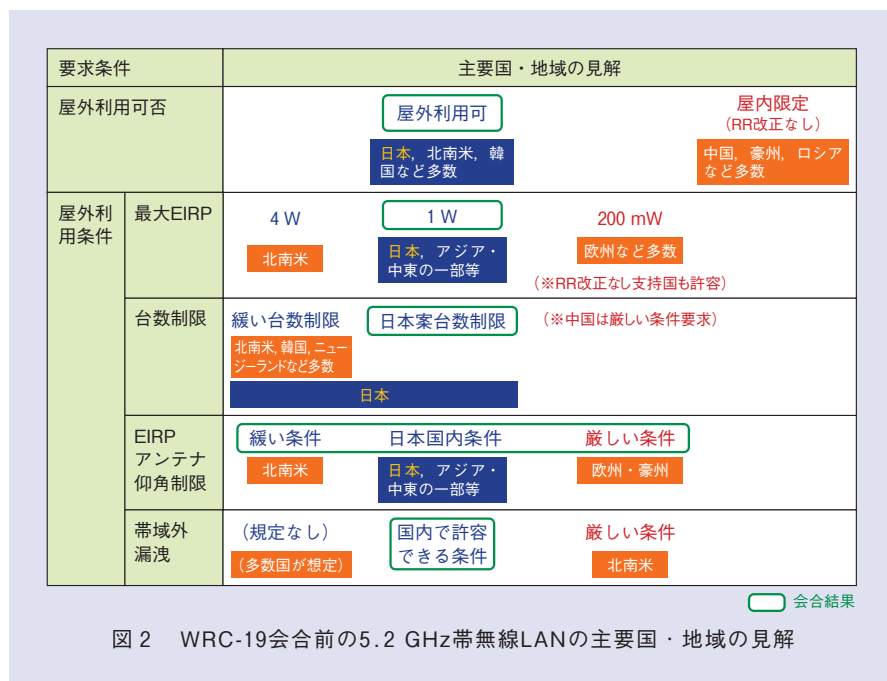


図2 WRC-19会合前の5.2 GHz帯無線LANの主要国・地域の見解



表 2 5.2 GHz帯無線LANの改正後のRR

| 項目           | 従来のRR  | 改正後のRR                                                                                                                      | (参考) 現行の日本国内制度                  |
|--------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 屋外利用可否       | 屋内限定   | 屋外利用可                                                                                                                       | 屋外利用可                           |
| 最大 EIRP      | 200 mW | ・ 200 mW (屋内・屋外)<br>・ 1 W (屋内・屋外) (EIRP 200 mW超の場合下記(※) 適用)                                                                 | 1 W (屋内・屋外)                     |
| 台数制限         | —      | (※) EIRP 200 mW超の場合、登録制などの方法で屋外台数制限、屋外利用率 2 % まで                                                                            | EIRP 200 mW超のアクセスポイントは、登録局の手続き要 |
| EIRPアンテナ仰角制限 | —      | (※) EIRP 200 mW超の場合、以下のいずれか：<br>・ RRの 5250-5350 MHzと同じ条件<br>・ 仰角 5 度まで 1 W以下、それ以上は200 mW以下<br>・ 仰角30度まで 1 W以下、それ以上は125 mW以下 | RRの5250-5350 MHzと同じ条件           |
| 帯域外漏洩        | —      | (※) EIRP 200 mW超の場合、各国の、EIRP 200 mWまでの帯域外漏洩の条件を満たすこと                                                                        | 規定あり                            |
| その他          | —      | 列車内 EIRP 200 mW、自動車内 EIRP 40 mWで利用可                                                                                         | 列車内は屋内と同じ扱い (200 mW)            |

EIRP 200 mWで屋外利用可とすべきとの意見が支配的になりました。しかし、日本としては、この案は現行の国内制度と合致しないため、反対の立場を取りました。そして、日本を含む一部の国では最大EIRP 1 Wによる運用がすでに行われており必要であること、EIRPのアンテナ仰角制限を設けることで衛星への影響は200 mWの場合より少ないことを主張し、1 Wでの屋外利用に反対する国々への説得を続けました。

最終日の前日の時点で、議長により、通常の会合では期限内に議論が収束する見通しが立たない状態と判断され、各地域の代表者、主要国（日本含む）、WRC-19議長のみで非公式会合が開催され、RR改正案を決める最終調整が行われました。この非公式会合では、米国案A2などの緩い条件での屋外利用については他システムへの干渉増の懸念により合意に至りませんでした。が、日本案A3は米国案A2と比較して干渉量が少ない提案であり、ITU-R会合等を通じて継続的に議論を積み重ねてきた技術検討結果が信頼できる、という議論となりました。その結果、日本案A3を基に微修正を行ったかたちでRR改正案の最終案とすることに成功しました。

会合最終日のWRC-19全体会合で、

全議題の最後に本議題が審議されました。明確な反対意見が示されず、RR改正が確定しました。なお、米国・韓国など一部の国は、自国ではRRより緩い条件を適用する可能性があると留保を表明しましたが、改正RRや日本国内制度への影響はありません。

#### ■WRC-19議論結果

5 GHz帯無線LANのRR改正は、以下のとおりとなりました<sup>(3)</sup>。

- ・ 5.2 GHz帯：表 2 に示すとおり、日本国内制度と整合した条件でRR改正。
- ・ 5.8 GHz帯：無線LANに関するRR改正なし〔現行RRでは一部の国のみ移動業務（無線LANを含む）で利用可であり、その対象国の追加が提案されたが、結果として、固定無線向け例外規定の対象国の追加のみ〕。
- ・ 5.3 GHz帯、5.4 GHz帯、5.9 GHz帯：RR改正を提案する国がなく、RR改正なし。
- ・ 5.6 GHz帯：WRC-19の議題の対象外のため、RR改正なし。

に無線LANを効率的に面的展開可能となりました。これにより、陸上競技場・サッカースタジアム・野外コンサート会場など野外イベント会場での情報・映像配信や、災害時の被災情報の収集・避難情報の配信、高画質での防犯・監視カメラなど多様なユースケースでの屋外無線LANの利用拡大が想定されます。また、Wi-Fiオフロードとして5 Gモバイルを補完する広帯域通信での利用増加も期待され、NTTグループだけでなく世界の通信事業者にとってビジネスチャンスになり得ると考えます。

また5 GHz帯無線LANに限らず、異なる無線システム間の共存は重要な課題であるため、効率的な周波数共用の仕組み等について長期的に検討を進め、国内外の制度改正に向けた活動にも取り組む予定です。

#### ■参考文献

- (1) [https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/wlan\\_outdoor/](https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/wlan_outdoor/)
- (2) 市川・齋藤・岩谷・大槻：“ITU世界無線通信会議（WRC-19）報告,” NTT技術ジャーナル, Vol.32, No.3, pp.52-56, 2020.
- (3) <https://www.itu.int/pub/R-ACT-WRC.13-2019>



#### 今後の活動

今回のRR改正によって日本はもとより世界各国の無線LANの屋外利用向け周波数が拡大され、広大なエリア



## 最近の故障事例の紹介 ——設備の材料劣化に関するトラブル

通信設備は、安心・安全で安定した通信サービスを提供するために日々点検し、保守・運用されています。技術協力センタでは、このような通信設備に対し、現場で発生した経年劣化による故障や経年劣化だけでは説明できない特異故障について、材料的な観点から原因の究明と防止対策の提案を行っています。ここでは、最近現場で発生した架空設備および地下設備での故障事例について紹介します。

### はじめに

情報通信サービスは、通信センタビルからお客さま宅までさまざまな設備を介して提供されています。例えば光回線サービスの場合、図1に示すように、通信用光ケーブルは、通信センタビルからマンホールや管路などの地下設備、地上の電柱などの架空設備を経由してお客さま宅までつながっています。そのため、通信設備は、さまざまな環境下で、多くの劣化につながる外的要因の中に設置されています。

### 2号B自在バンドの破断事例

#### ■設備の状況

2号B自在バンド（Bバンド）は、軽量化した通信ケーブルや引込み線を電柱に固定する際に使用する金属性の物品です。故障発生場所の写真を図2に示します。故障の発生した設備の近傍には、比較的障害物が少ないことや、蔓が生えている場所があることが分かります。発生当時、当該区間の通信ケーブルには約22 mにわたり、蔓が巻きついている状況でした。また、破断したBバンド

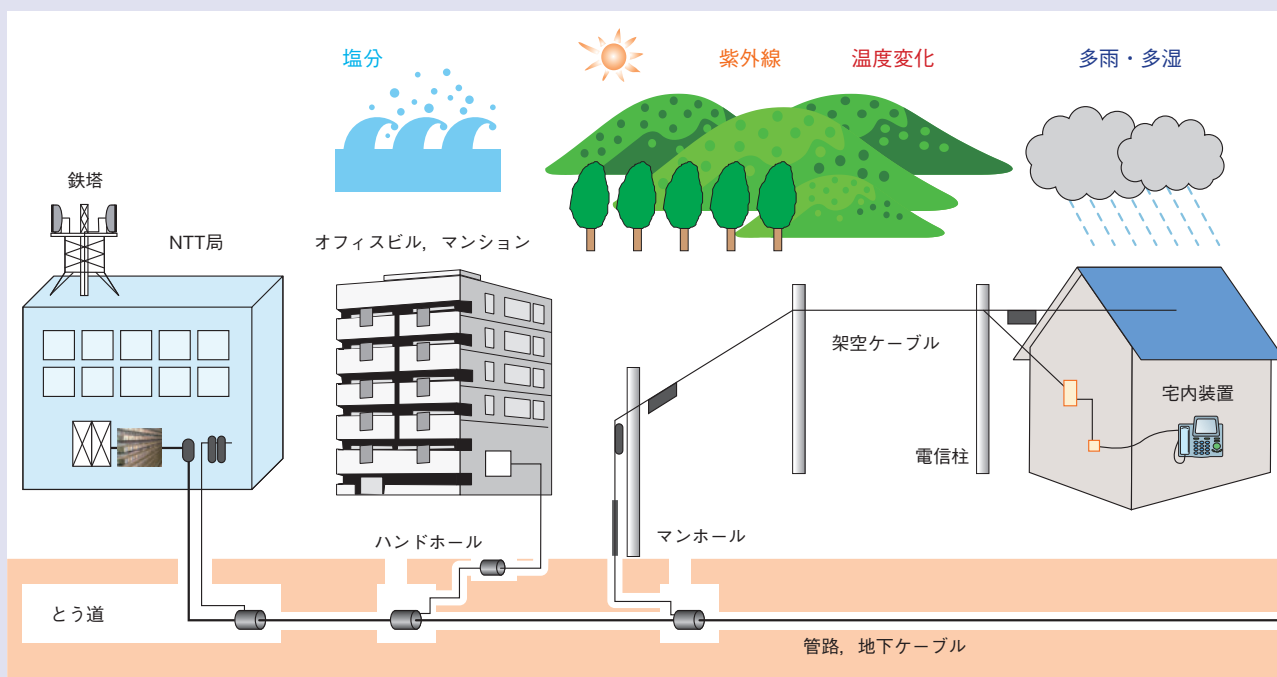


図1 通信設備

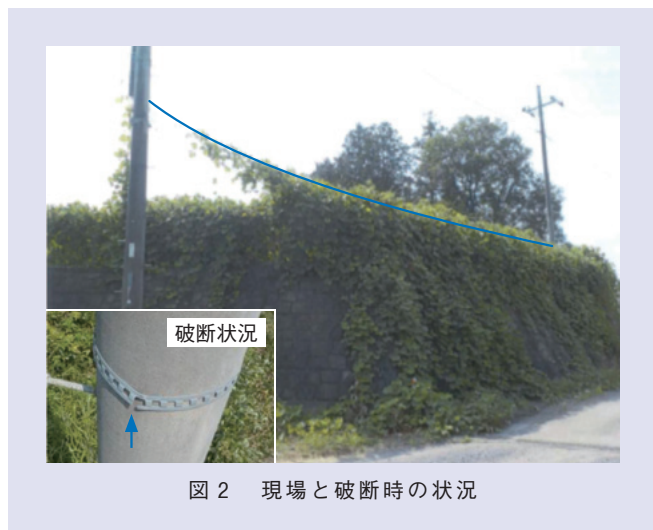


図2 現場と破断時の状況

は、設置から約8年経過していましたが、赤錆の発生は確認されず、金属の腐食による破断ではないことが分かりました。

### ■Bバンドの破断面の分析

腐食以外での金属破断の要因には、①引っ張りによる破断（延性破壊）、②繰り返し応力による破断（脆性破壊）、③それ以外の外的要因（車両衝突等）が考えられます。それぞれの要因ごとに特徴的な破断面を有するため、要因を確定するための1つの方法として、顕微鏡による断面観察を行いました。走査型電子顕微鏡によるBバンドの破断面観察結果を図3に示します。断面全体に、等軸ディンプル（引張破断による塑性変形が伴った窪み状の模様）や伸長ディンプル（破断面が引き伸ばされた模様）という延性破壊に特徴的な破断面の組織形状が観察されました。したがって、破断面の状況、および現場の状況から、今回の破断は蔓がケーブルに絡まったことにより、Bバンドに過大な荷重が掛かり延性破壊を起こしたと考えられます。

### ■破断原因の検証実験および今後の対策

延性破断したBバンドについては、引っ張り試験により、切断部以外の強度を確認しました。その結果、バンドの金属自体は規定を満足する強度を持っており、金属自体の製品不良ではないことが分かりました。故障時の状況から22 m巻き付いていた蔓によるケーブル自重の増加、および電柱間を吹き抜ける風の影響が加わったのではないかと仮定し、Bバンドに加わる荷重を試算しまし

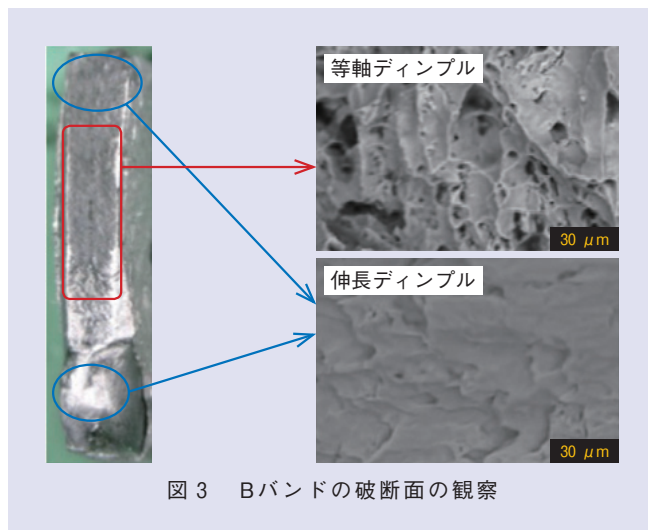


図3 Bバンドの破断面の観察

た。その結果、Bバンドに加わった荷重は、規定の破断荷重を約1.5倍上回る値となりました。したがって、蔓が巻きつくことによる荷重の増加と風による荷重の増加で、バンドに過大な荷重が加わり、延性破壊を引き起こしたと考えられます。

今後の対策として、下記の2点を提案しました。

- ① 蔓を除去し通信ケーブルに必要以上の荷重を掛けない
- ② 除去ができない場合は蔓が絡まないように、通信ケーブルと樹木の離隔を確保する

## マンホール内での白色析出物の発生事例

### ■設備の状況

図4に示すような放射状で大面積の白色析出物が、マンホール（MH）内の壁面で確認され、技術協力センタに設備への影響と人体への影響について調査依頼がありました。

現場のMHは、昭和50年代に建設され、交通量の多い交差点内の道路に設置されていました。またMH内を詳細に確認したところ、白色析出物以外にもMH上床板や管路ダクト近傍において、多数のコンクリートの浮き、剥離、ひび割れを確認しました。特にMH上床板では、コンクリートの剥離、鉄筋の露出、鉄筋の腐食（さび）が発生していました。さらにMH内の壁面では、段差および空隙などを確認しました。



図4 白色析出物の発生状況



図5 析出物の光学顕微鏡写真

### ■白色析出物の分析

白色析出物をより詳細に確認するため、光学顕微鏡で観察しました。その結果を図5に示します。図5から、白色析出物は針状の形をした結晶であり、金属等の無機物質ではしばしば見られる結晶の形態でした。さらに、エネルギー分散型X線分析装置により、主要な構成元素はカルシウムでした。また、X線回折分析装置により、含まれる結晶相は炭酸カルシウム（ $\text{CaCO}_3$ ）などであることを確認しました。したがって、白色析出物はMHのコンクリート成分が溶出および析出したものと考えられます。そのため、この析出物自体がMHのほかの部分や人体に影響を与えることはありません。このような事例

はエフロレッセンス（白華現象）と呼ばれています。しかし、本事例のような、放射状で大面積のエフロレッセンスが観察されることは稀です。

### ■今後の対策

大面積のエフロレッセンス、コンクリートの剥離、鉄筋の腐食が確認されたことから、今後の対策として、下記の3点を提案しました。

- ① MH内の詳細点検を実施し、剥がれたコンクリートの補修や補強を実施する
- ② MH内での建設工事時や保守運用時に既定の点検を丁寧に実施し、劣化の起点となるひび割れなどの不良個所の補修を行う
- ③ 経過観察をしながら、エフロレッセンスが断続的に発生するようであれば、MHの取り換え等を行う

### 今後の展望

今回紹介したように、通信設備の設置環境は多種多様であるため、複数の要因により劣化し故障発生につながる場合があります。このような特異な故障事例を防ぎ設備の長寿命化、安心・安全で安定したサービス提供を行うために、今後も技術協力センタでは、現場と連携しながら材料に起因するような特異故障の原因の究明、防止対策を立案し、現場にフィードバックしていきます。技術協力センタでは、56年以上にわたり技術協力活動を行ってきました。これまでに蓄積された知識と経験を基に、引き続き通信設備の信頼性向上や故障の早期解決、および保守コスト低減に向けた取り組みを進めていきます。

### ◆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 材料技術担当  
TEL 03-5480-3703  
FAX 03-5713-9125  
E-mail gikyo-ml@east.ntt.co.jp



## 衛星に送信する無線信号を自在に複数の信号に分解・合成するスペクトラム分解合成伝送技術を実現し衛星実験で実証成功

NTTは、このたび、衛星通信の送信信号のスペクトラムを自在に分解し、宇宙空間にある衛星中継器の空いている任意の周波数に分解後の信号を配置して通信し、受信側で分解された信号を再び合成するという「スペクトラム分解合成伝送」を実現し、衛星を使用した実証実験でその有効性を確認しました。

本技術は、既存の衛星通信用モデムに外付け装置（アダプタ）として接続するだけで、信号のスペクトラムを分解・合成でき、これまで衛星中継器上に散在していた未使用帯域を、既存ユーザの使用領域に影響を与えることなく利用することを可能とするものです。平常時の利便性向上に加え、災害時など急遽衛星通信を必要とする際にも、より効率的な衛星利用が可能になると期待されます。また、信号を分解して送信し、受信して再合成するというプロセスを経ることにより、通信のセキュリティ向上にもつながります。

このたび、本技術を実装した装置による衛星実験に成功したことで、実際に衛星中継器上に散在する未使用帯域を有効利用できることを明らかにしました。今後は中継器を共有する複数ユーザに対する未使用帯域の効率的な割り当て方法について検討を進め、中継器のさらなる

利用効率向上をめざします。

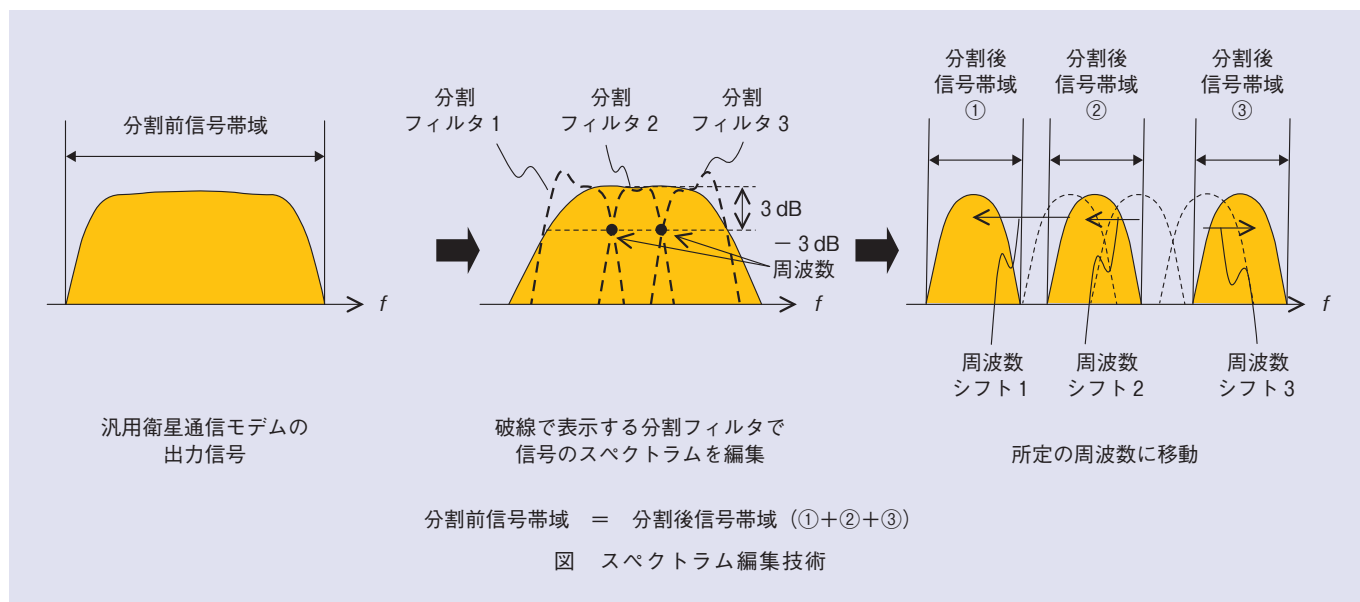
### ■研究の成果

NTTアクセスサービスシステム研究所は、衛星通信モデムから出力される信号のスペクトラムを、自在に分解し、衛星中継器の所望の周波数に分解した信号を配置し、受信側で所定の信号を抽出して再び合成する、「スペクトラム分解合成伝送技術」を研究開発しました。本技術を用いることで、周波数の再配置をせずに衛星中継器の未使用帯域を複数束ねて利用して迅速に高速通信を実現するなど、ユーザに対して柔軟な周波数割当てが可能となり、利便性の向上が見込まれます。平常時の利便性に加え、災害時など急遽衛星通信を利用する際にも、より効率的な衛星利用が可能になると期待されます。

さらに、物理レイヤで信号のスペクトラムを分解し、情報を中継器上に分散配置することで、第三者の信号傍受が困難となり、よりセキュリティを高める技術としての利用も可能となります。

### ■スペクトラム分解合成技術

スペクトラム分解合成技術は、衛星通信モデムから出力されたアナログ信号を送信アダプタ装置に取り込んで



デジタル信号に変換後、新規に考案したフィルタバンク技術によりスペクトラムを分解し、衛星中継器に所定の周波数帯域に信号を分散配置します。その後、アナログ信号に再度変換して、アンテナを通じて衛星に対して送信します。一方、受信側では衛星からの信号をアンテナで受信後、受信側のアダプタ装置でデジタル信号に変換し、フィルタバンク技術で所定の周波数信号だけ抽出します。抽出された信号を周波数変換して、スペクトラム合成を実施し、その後、再びアナログ信号に変換して、衛星通信モデムに受け渡します。受信側の衛星通信モデムでは、通常のアナログ信号として受け取るため、伝送途中で分解合成されたことを意識することなく、復調処理をできます。したがって、本技術は衛星通信モデムが採用している信号フォーマットに依存することなく信号を分解合成することが可能です。

#### (1) スペクトラム編集技術

信号のスペクトラムを複数のサブスペクトラム信号に分解して、中継器上に分散配置すると、各サブスペクトラム信号の遷移域の数が分解数分だけ増えるため、分解前と比較して、信号ののべ帯域が増加し、周波数利用効率が低下する課題がありました。この課題に対し、分解時に各サブスペクトラム信号の周波数特性を編集し、サブスペクトラム信号の帯域を狭くするスペクトラム送信編集技術を考案しました(図)。これにより、信号の分解前後で占有帯域が変わらず、周波数利用効率を維持した状態で信号の分散配置が可能となりました。

#### (2) スペクトラム同期合成技術

スペクトラム合成において、分解前の送信スペクトラ

ムを再現するには、受信側においてサブスペクトラム間の位相同期・周波数誤差補償・振幅調整といったスペクトラム同期合成技術が重要です。サブスペクトラム間で電力密度差が生じると、スペクトラム合成特性が劣化することから、合成前にサブスペクトラム間の電力密度をそろえる自動利得制御技術を実装しています。また、周波数誤差がある状態ではサブスペクトラム合成時にフィルタバンクで信号電力が削られることから、自動周波数誤差補償技術を実装しています。さらに、スペクトラム合成時にサブスペクトラムの遷移域の位相が連続するように位相同期技術を実装しています。

#### ■衛星実証実験

本技術の実用性を確認するため、実際の衛星による実証実験を実施しました。衛星通信モデムとしては海外製品の市販モデムを使用しました。ロールオフ率0.1および0.05のQPSK信号のスペクトラムを自在に分割し、所定の周波数に配置できることを確認しました。さらにスペクトラム分解有無でBER(ビットエラーレート)特性を比較し、特性差がないことを確認することで、本分解合成技術の有効性を確認しました。

#### ◆問い合わせ先

NTT情報ネットワーク総合研究所

企画部 広報担当

TEL 0422-59-3663

E-mail inlg-pr-pb-ml@hco.ntt.co.jp

URL <https://www.ntt.co.jp/news2019/1912/191211a.html>

## NTTにおける衛星通信の研究開発

山下 史洋

NTTアクセスサービスシステム研究所 無線エントランスプロジェクト 衛星通信グループ 主幹研究員

私が入社する前、NTTでは静止衛星を用いて日本全土に通信サービスを提供する計画がありました。その後、携帯網やDSL・光ファイバ網が急速に整備され、船舶など地上網がカバーできないエリアでの通信や、災害時における臨時通信が主な用途となりましたが、現在でもなおNTT研究所では先人の貴重なインフラ衛星通信技術を継承し、社会的意義が高い災害対策・離島衛星通信装置を研究開発し、事業導入しています。

一方で、世界では現在も通信インフラが十分に充実しているといえず、広域にサービス提供できる衛星通信の魅力が大きいのも事実です。私は長年NTTに蓄積された衛星通信技術を、どうしたら世界に発信できるか、常々考えていました。世界では衛星ベンダが小型で性能が良いモデム装置を次々に販売しており、今からその市場に参入することは難しいと感じました。そこで、私たちが開発したNTT事業会社に導入された衛星通信装置から、私たちの強みである衛星中継器に散在する複数の未使用帯域を同時に有効利用できる信号処理技術だけを切り出して、既存の市販衛星モデムに外付けするだけで無線信号を自在に分解合成するアダプタ装置を考案しました。信号フォーマットに依存せず分解合成できるので、汎用性が極めて高い装置です。今後興味を持っていただいた企業やユーザと連携して、NTT発で新たな衛星通信サービスを創出したいと考えています。

### 研究者 紹介



## 田園調布雙葉学園、NTTグループ、スマートキャンパスソリューションの創出に向けた共同検討を開始

NTTグループ（NTT、NTTデータ、NTTコムウェア、NTTコミュニケーションズ、NTT Ltd.、NTT東日本）は、学校での安心・安全を提供するスマートキャンパスソリューションの開発に向けた共同検討を、2020年2月より田園調布雙葉学園と共同で開始しました。なお、本共同検討では、NTTグループが米国ラスベガス市にて展開中の公共安全ソリューションに用いられている技術を、日本で初めて導入します。

### ■背景

近年、学校施設において児童・生徒が巻き込まれる犯罪が数多く発生する中、国や自治体による防犯活動に加えて、学校に対してもより充実した安全対策の実施要望が寄せられています。また、2020年度から始まる新しい学習指導要領などにより、教職員の勤務負担も増加するため、教育現場の実態に合わせた効率的かつ効果的な安全対策に対するニーズも高まっています。NTTグループは、こうしたニーズにこたえるべく、米国ラスベガス市で展開しているスマートシティソリューションで培った公共安全に関するシステム構築・アプリケーション開発ノウハウをベースとしたICTソリューションを活用し、田園調布雙葉学園をフィールドに学校独自の安全対策強化を実現するスマートキャンパスソリューションの開発をめざします。

### ■共同検討の概要

今回の共同検討において、NTTグループは、高解像度ビデオカメラ、音響センサおよびIoTデバイスを活用し、田園調布雙葉学園校内における危険個所の状況把握が可能なデータ収集基盤を構築します。これにより、児童・生徒に対する危険な事象の分析・予測を行い、学校安全対策の強化を実現するソリューション開発を検証します。

#### (1) 共同検討で提供するソリューションの特長

1stステップとして、車両の往来を監視・把握するシステム（本システム）を導入し、児童・生徒が一般道路を横断して校舎間を移動する際の安全確保に向けた仕組みづくりを行います。その後、本システムの運用を通じて、より広範な安全対策シーンの把握・対策検討を行い、AIや機械学習技術などの状況分析技術ならびに5G（第5世代移動通信システム）などの最新ネットワーク技術を活用し

た新たなソリューションの創出をめざします（図）。

また、本共同検討のデータ収集基盤は、NTTの革新的なコグニティブ・ファウンデーション®のアーキテクチャに基づいて構築されており、デバイスやネットワーク、クラウドに至るまで、ICTリソースの遠隔作成、管理、および運用を可能にします。

#### (2) 共同検討を通じて検証するポイント

上記ソリューションの運用をベースに田園調布雙葉学園との議論を通じ、以下について検討を行います。

- ・学校施設内での安全対策シーンの抽出
- ・ICTを用いたソリューションの創出、システム構築・運用面での技術的課題の洗い出し
- ・汎用的なキャンパスソリューションとしての実現性検証

#### (3) 実施期間・場所

- ・実施期間：2020年2月～
- ・実施場所：田園調布雙葉学園キャンパス内

#### (4) 各社の役割

##### ① NTTグループ

- ・NTT：全体統括、グループ企業間調整
- ・NTTデータ：共同検討企画、環境構築、ソリューション提供、ラスベガス市でのスマートシティソリューション展開支援、技術支援
- ・NTTコムウェア：マルチオーケストレータ提供、技術支援
- ・NTTコミュニケーションズ：クラウド環境提供、マルチオーケストレータ導入支援
- ・NTT Ltd.：ラスベガス市でのスマートシティソリューション展開支援、技術支援
- ・NTT東日本：アクセス回線提供およびネットワーク関連技術支援

##### ② 田園調布雙葉学園：共同検討企画支援（課題・ニーズの提供）

### ■今後の展開

今後、NTTグループでは田園調布雙葉学園との共同検討を通じて開発する、新たなスマートキャンパスソリューションの2020年夏の商用提供をめざし、学校安全対策の強化に貢献していきます。



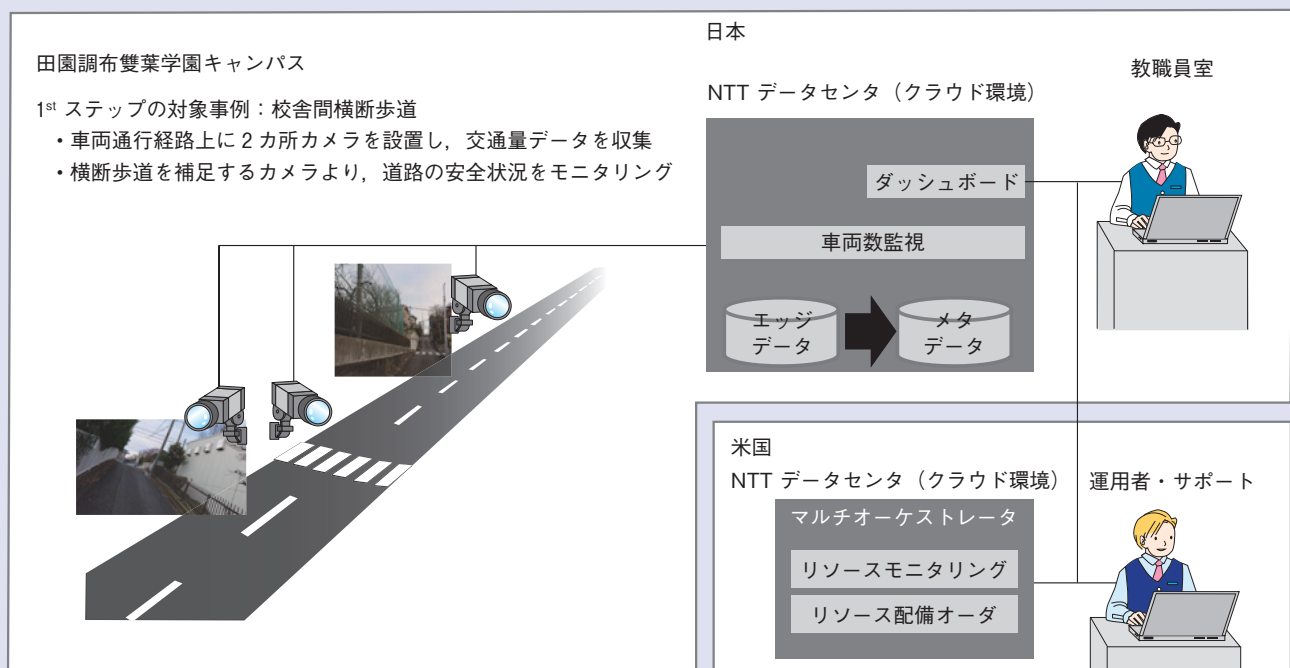


図 ソリューションイメージ

◆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/news2020/2001/200129a.html>

## NTTグループ、マレーシアにてCyberview、Alloと共同でスマートシティソリューションのアジア第1号となる実地検証を開始

NTTグループ（NTT、NTTコミュニケーションズ、NTT Ltd.、情報通信総合研究所、NTTデータ、NTTコムウェア）は、米国ラスベガス市を皮切りに展開しているスマートシティ実現に向けた取り組みについて、総務省2019年度事業「マレーシアにおける社会課題解決のためのスマートシティモデルの構築に関する調査研究」の一環として、マレーシア現地のステークホルダーと連携しマレーシア・サイバージャヤ地区におけるアジア初の実地検証を2020年2月より開始しました。本実地検証を通じて、NTTグループが米国で培ったスマートシティ分野における技術・ノウハウによるアジアでの社会課題解決の可能性を検証するとともに、持続可能なビジネスモデルの構築をめざします。

### ■背景

安定した経済成長を続けるアジア諸国においては、交通渋滞や環境問題等、経済成長に伴うさまざまな社会課題が顕在化しており、ICTを活用した課題解決策に対する期待が高まっています。アジア諸国の中でもとりわけ、マハティール・ビン・モハド首相（当時）が1981年に提唱した東方（ルックイースト）政策により、日本と友好的で互恵的な二国間関係を築いてきたマレーシアにおいても、日本企業がグローバルで培った技術やノウハウを活用し、社会課題解決や経済発展に貢献することへの期待は非常に高いといえます。

NTTグループはサイバージャヤ地区に1997年にグループ会社（NTTMSC Sdn Bhd）を設立して以来、同エリアにおいて積極的に投資および事業展開を行い、同国の技術発展に貢献し、現地のステークホルダーと永年にわたる強固な関係性を構築してきました。これにより、今回、ICTを活用した社会課題解決に向けた共同実地検証の合意に至りました。

### ■実地検証の概要

2018年よりNTTグループが米国ラスベガス市を皮切りに展開しているスマートシティソリューションの技術・ノウハウを活用した実地検証を通じて、マレーシアが抱える社会課題解決の可能性や持続可能なビジネスモデルの構築について、現地のステークホルダーとともに検討すること

により、ICTを用いたスマートシティによる市民の生活満足度改善や都市の持続可能性向上をめざします。

#### (1) 実地検証で提供するソリューションの特長

車社会であるマレーシアにおいては、道路渋滞や自動車事故、危険運転等が日常的に発生しており、顕在化している社会問題の1つであり、都市のスマートシティ化による車両情報収集とその活用が喫緊の課題となっています。

実地検証においては、米国ラスベガス市にて2019年2月より提供中の車両監視ソリューションを現地のステークホルダーのニーズにカスタマイズし、提供します。具体的には、サイバージャヤ内の交通量がもっとも多い交差点にカメラを設置し、交通量や車両情報分析を行うことにより、渋滞緩和・盗難車検知、さらには近隣ビジネス創造につなげることを企図します（図）。

#### (2) 実地検証を通じて検証するポイント

上記ソリューションでの実地検証結果をベースに、各ステークホルダーとの議論を通じ、以下について検証します。

- ・ラスベガス市におけるスマートシティソリューションのマレーシアでのシステム構築・運用面での課題や実現性
- ・当該技術を用いたビジネスモデル構築の可能性（適用例：公共安全、スマートインフラ、商業利用）
- ・ASEAN他諸国への展開可能性（市場動向や法制度、ローカルステークホルダーの意向等を反映）

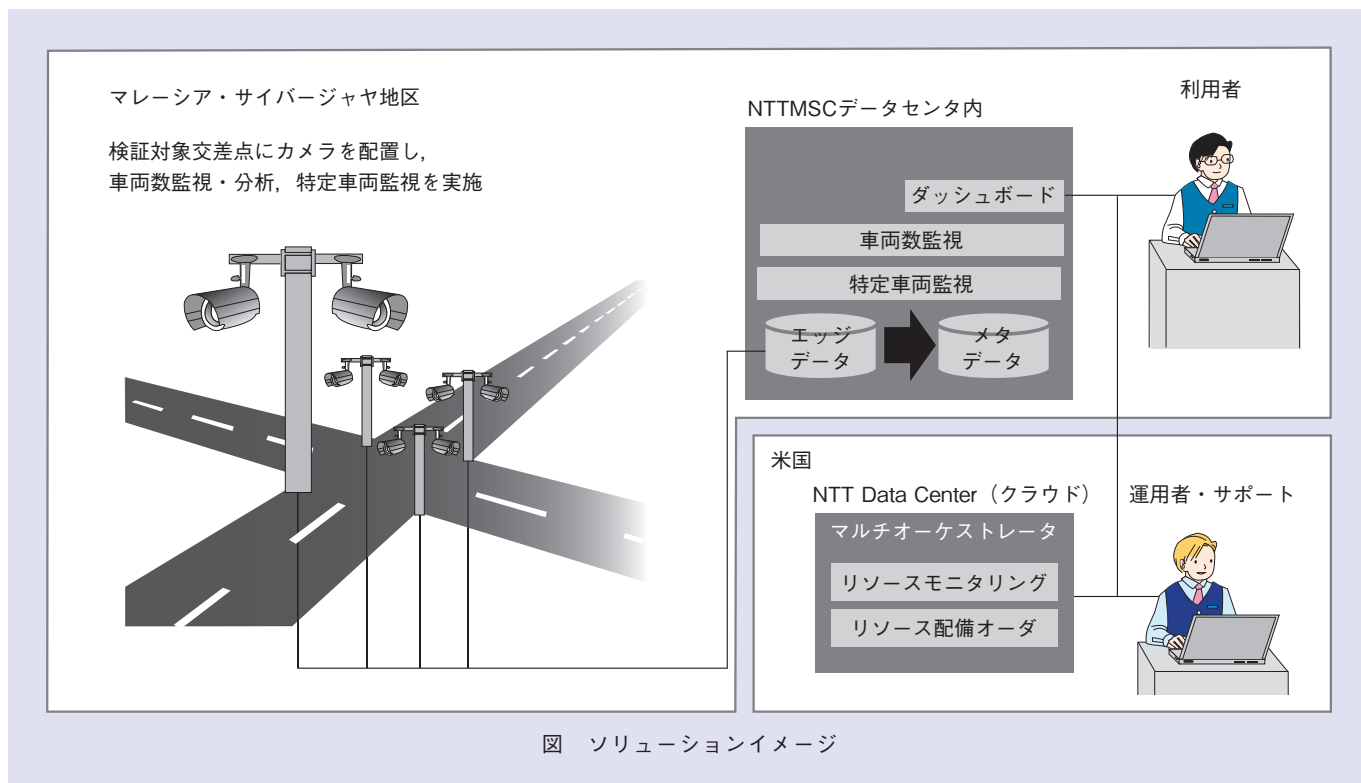
#### (3) 実施期間・場所

- ・実施期間：2020年2～3月
- ・実施場所：マレーシア・サイバージャヤ地区

#### (4) 各社の役割

##### ① NTTグループ

- ・NTT：全体統括、グループ企業間調整
- ・NTTコミュニケーションズ：総務省事業統括、マルチオーケストレータ導入支援
- ・NTT Ltd（NTTMSC Sdn Bhd）：ステークホルダー調整、実地検証遂行、ステークホルダー提案実施
- ・情報通信総合研究所：調査実施、報告書作成、ステークホルダー提案支援
- ・NTTデータ：ラスベガス市でのスマートシティソリューション展開支援、技術支援



・NTTコムウェア：マルチオーケストレータ提供，技術支援

## ② 現地ステークホルダ

- ・Cyberview (Tech Hubディベロッパー)：実地検証実施支援，ステークホルダ調整，ビジネスモデル構築支援
- ・Allo (インフラ事業者)：実地検証におけるインフラ提供 (光ファイバ)

## ■今後の展開

実地検証の結果を踏まえ，サイバージャヤをはじめとし

たマレーシア国内各都市，さらにはASEAN諸国へのスマートシティソリューション展開を進め，ICTを活用した人々の生活満足度向上，都市の持続可能性向上，スマートな社会の実現をめざしていきます。

## ◆問い合わせ先

NTT広報室

TEL 03-5205-5550

E-mail [ntt-cnr-ml@hco.ntt.co.jp](mailto:ntt-cnr-ml@hco.ntt.co.jp)

URL <https://www.ntt.co.jp/news2020/2001/200129b.html>