

NTT 技術ジャーナル

ISSN 0915-2318 平成2年3月5日第三種郵便物認可
令和4年4月1日発行 毎月1回1日発行 第34巻第4号(通巻397号)

4

APRIL
2022
Vol.34 No.4

特集

NTTグループの食農分野の取り組み ——食農の新たな価値創造への挑戦

グループ企業探訪
コードタクト

from NTT西日本

IOWN構想の実現に向けたNTT西日本R&Dセンター/IOWN推進室における研究開発の取り組み



NTT 技術ジャーナル

4 APRIL
2022
Vol. 34 No. 4

CONTENTS

4 特集

NTTグループの食農分野の 取り組み——食農の新たな 価値創造への挑戦

- 6 NTTが描くこれからの農林水産業——生産力向上と持続性の両立
- 10 超小型バイオガスプラントによる社員食堂残渣の食品リサイクルを通じた都市型循環エコシステム
- 14 農業を起点にしたコネクテッド・ドローンの開発と社会実装
- 16 NTTデータが取り組むデータ駆動型土づくり
- 18 コンシューマ向けに農作物を販売するマルシェル by goo

22 挑戦する研究者たち

武居 弘樹

NTT物性科学基礎研究所 上席特別研究員

最大の願いは「貢献」。年齢を重ねても研究するスピリットを
持ち続けていきたい



26 挑戦する研究開発者たち

鈴木 繁成

NTTコミュニケーションズ イノベーションセンター テクノロジー部門
トランスポートSDNプロジェクト 担当課長

ミッションは、高品質、高アジリティ、低コストな伝送ネットワークの
実現



30 明日のトップランナー

吹上 大樹
NTTコミュニケーション科学基礎研究所
特別研究員



次世代インタラクティブメディアを実現する
「視覚モデルに基づく表示映像最適化」の研究

34 グループ企業探訪

株式会社コードタクト
新しい独自の「メソッド」により、
「学びの変革」にチャレンジ



38 from NTT西日本

IOWN構想の実現に向けたNTT西日本R&Dセンター/
IOWN推進室における研究開発の取り組み

41 テクニカルソリューション

鉄塔塗装の早期劣化を防ぐ取り組み
——鉄塔塗装に関する技術資料の紹介

Webサイト オリジナル記事の紹介 44

5月号予定

編集後記

NTT技術ジャーナルはWebで閲覧できます。

<https://journal.ntt.co.jp/>



本誌掲載内容についての
ご意見、ご要望、お問い合わせ先

日本電信電話株式会社
NTT技術ジャーナル事務局
E-mail journal@ml.ntt.com

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 <https://group.ntt.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如学生会館ビルディング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2022

●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。

特集

NTTグループの 食農分野の取り組み ——食農の新たな価値創造への挑戦

日本の農業は人手不足が進み、食料生産そのものが危ぶまれる一方で、環境保全に向けた循環型の1次産業も推進されている。

NTTグループはICTを活用し、象徴的なパートナーとの連携により、生産から流通・販売・食に至るフードバリューチェーン全体の取り組みや、地球環境にやさしい1次産業を進めている。本特集では、グループの方向性、具体的な取り組み、将来像について紹介する。

IOWN

カーボンニュートラル

コネクテッド・ドローン

データ駆動型農業

フードバリューチェーン

Food Value Chain

NTTが描くこれからの農林水産業——生産力向上と持続性の両立—— 6

農林水産業に関する課題とNTTおよびグループ各社の取り組み概要, 具体的事例, および今後の展開について紹介する.

超小型バイオガスプラントによる社員食堂残渣の食品リサイクルを通じた都市型循環エコシステム 10

ビオストックで取り組んでいる, NTT東日本社員食堂の食べ残しや自社圃場の廃棄物を活用してエネルギーや肥料を創出する都市型循環エコシステムについて紹介する.

農業を起点にしたコネクテッド・ドローンの開発と社会実装 14

持続可能な社会の実現に向けてドローンの社会実装を推進するミッションを持って立ち上げた, NTT e-Drone Technologyの取り組みについて紹介する.

NTTデータが取り組むデータ駆動型土づくり 16

NTTデータで取り組んでいる, 土壌診断における土壌採取の手間を軽減するための技術として, 衛星画像から土壌成分の測定を行う技術について紹介する.

コンシューマ向けに農作物を販売するマルシェル by goo 18

NTTレゾナントが提供している, 農作物を販売するマルシェル by gooのサービスを運営していくうえでの技術的課題, および今後の展望について紹介する.

NTTが描くこれからの農林水産業 ——生産力向上と持続性の両立

NTTグループは農林水産業を重点分野の1つとして位置付け、グループの最先端技術やアセット、サービスを活用し、象徴的なパートナーとの連携により、育種から生産、流通、販売、食に至るフードバリューチェーン全体の最適化を図る「Smart Agri」の実現に取り組んでいます。また、地球環境問題に対する関心の高まりを受け、生産力を向上させながら、自然との共生を図ることができる新たな取り組みも始めています。本稿では、農林水産業に関する課題とNTTグループの取り組み概要、具体的事例、今後の展開について紹介します。

くすみ よしかず よしたけ かんじ
久住 嘉和 吉武 寛司
むらやま たくや
村山 卓弥

NTT研究企画部門

農林水産業の課題

農林水産業は人類の存続になくてはならない産業ですが、就業人口の減少や高齢化が加速し、生産力や食料自給率が低下するなどさまざまな課題を抱えています。この傾向は、農業のみならず、水産業、林業も同様です。中でも水産業においてはその傾向が特に顕著に表れており、約30年前の1988年には39.2万人だった水産業従事者は、2018年には15.2万人へと激減し、水産生産量は1278万トンから442万トンへ激減しています⁽¹⁾。かつて生産量で世界1位だった日本の地位は現在8位まで落ち込んでいます。一方、地球規模では対照的に、人口爆発のため、2030年にはタンパク質の需要量が供給量を上回り水産資源をはじめタンパク質が不足する、いわゆるタンパク質クライシスが起これるといわれています。

また、農林水産業は、数ある産業の中で唯一自然に働きかけ、その恵みを楽しむ産業という側面もあります。そのため、生産力向上による食料の確

保という観点とともに、環境面に配慮し、自然と共生しながらこの産業を維持・発展させる、持続性の観点もより求められています。

NTTグループの取り組みの全体概要

これらの背景のもと、NTTグループは先端技術を持つNTT研究所と約30のグループ会社が連携（図1）しながら、農林水産業の競争力強化、持続的な発展に取り組んでいます⁽²⁾。NTTが提唱するIOWN（Innovative Optical and Wireless Network）^{*1}と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、サービスを組み合わせ、象徴的なパートナーと食農分野の新たなイノベーションを起こし、新たな価値を創出します。例えば、安全性に十分配慮したうえで、遺伝子編集^{*2}や培養技術などにより農産物や魚介類が持つ性質の一部を人為的に改変させ、成長速度や二酸化炭素吸収量などを飛躍的にかつ安全に向上させるデジタル育種、ロボット農機やドローンなどによる農

作業の超省力化・自動化、サイバー空間上に構築された仮想市場において、需給予測情報を基に売り手と買い手が未来の取引を行う農産物流通デジタルトランスフォーメーション（DX）、食と健康をサイエンスし、心と体の幸福度を向上させる食と健康のWell-being向上など、複合的な取り組みを組み合わせ、フードバリューチェーンにかかわるステークホルダが恩恵を受けられることができるエコシステムを構築します。

本特集では、図1記載の取り組みのうち、遺伝子編集・高速育種、土壌・微生物⁽³⁾、バイオマス発電⁽⁴⁾、ドローンソリューション⁽⁵⁾、サプライチェーン⁽⁶⁾について紹介します。

*1 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。

*2 遺伝子編集：生物が持つ特定の塩基配列を狙って変化させる技術であり、塩基配列の変化により、その遺伝子が担う形質を改良することができます。別の生物から取り出した遺伝子を導入することにより、細胞に新たな性質を付け加える技術である遺伝子組み換えとは異なります。

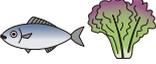
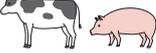
育種	農業生産				畜産・水産等	共通・流通～食・環境
	高度施設園芸		施設園芸	露地栽培(水田・畑作等)		
バイオ・遺伝子 土壌・微生物	太陽光	人工光	パイプハウス			
NTT NTTアグリテクノロジー NTTドコモ 遺伝子編集・ 高速育種  NTT NTT西日本 NTTデータ 土壌・微生物	NTTアグリテクノロジー 建設 センシング 環境制御 生産・販売 サプライ チェーン 	NTT西日本 NTT スマイルエナジー センシング 環境制御・ データ分析 	NTTファシリティーズ 建設 センシング 環境制御  NTT東日本 NTTドコモ NTTテクノクロス センシング 	NTT東日本 NTTドコモ NTTデータ NTTデータCCS センシング 作業記録  NTTコムウェア NTT西日本 有機農業  NTTe-DroneTechnology ドローンソリューション (農薬・肥料散布)  NTT NTTドコモ NTT東日本 レベル3ロボット農機	NTTドコモ NTT東日本 NTTテクノクロス NTTデータ 畜産体調管理  NTTドコモ NTT東日本 NTT西日本 NTT 水産魚体長管理 陸上養殖 	NTTインフラネット HALEX 気象・地図 NTTデータ 農地管理 NTTコムウェア NTTドコモ NTT東日本 NTT西日本 NTTレジナント NTT サプライ チェーン NTTフィールドテクノ 食品リサイクル SDG's バイオストック バイオマス発電 NTT 食と健康の Wellbeing

図1 NTTグループ食農ソリューションマップ(研究開発・実証中含む)

具体的取り組み事例

■日本の水産業の復権をめざして

NTTグループは、京都大学、近畿大学発ベンチャーのリージョナルフィッシュ株式会社⁽⁷⁾と、日本の水産業を再び世界一にすること、世界のタンパク質クライシスを解消することをめざし、資本提携を行いました。同社が持つ魚介類のDNAを狙って刺激を与え、その自然の回復力で自然な変異が起きる欠失型ゲノム編集技術が施された魚介類の稚魚を、IoT(Internet of Things)を駆使した環境で育てる陸上養殖事業を行っています。この技術を活用したマダイは一般的な品種よりも2割少ない飼料で、肉付きが最大約1.6倍に増え、トラフグは一般的な品種よりも4割少ない飼料で、1.9倍の早さで成長し、飼育期間が大幅に短縮されています。これらの魚介類は国の安全基準を満たしており、世界で初めてのゲノム編集動物食品として、そ



ゲノム編集マダイ

従来系統マダイ

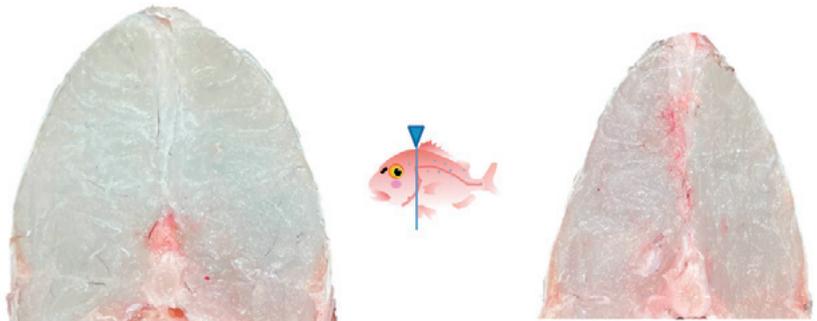


図2 22世紀鯛(ゲノム編集マダイ)と従来系統マダイの比較

れぞれ22世紀鯛, 22世紀ふぐという名称でブランド化され, 市場に流通しています(図2)。これらの取り組みを通じて, 日本の養殖業を高付加価値化し, サステナブルな成長産業に変えていきます。そして日本の水産業が, 世界の課題であるタンパク質クライシスができるだけ早期に解決する, そのような未来を同社とつくっていきます。

■地球環境との共生をめざして

農林水産業は海や河川, 大地などから恵みを受けていますが, 地球環境においては, 気候変動問題をはじめとして年々深刻さを増しています。NTTは環境負荷ゼロと経済成長を同時に実現する, 新たな環境エネルギービジョン「NTT Green Innovation toward 2040」⁽⁸⁾を発表しました。その実現に向けた取り組みの1つとして, NTTとリージョナルフィッシュは, 藻類と魚介類にゲノム編集技術を適用して, 海洋中に溶け込んだ二酸化炭素量を低減させる二酸化炭素変換技術の実証実験を開始しました(図3)。藻

類と魚介類による通常食物連鎖においても, 大気中の二酸化炭素は海洋中に吸収されますが, 人間活動や森林の農地転換や都市化などにより, 大気中に排出される二酸化炭素量が年々増加しているため, 現状以上に大気中に滞留する二酸化炭素量を低減することはできません。そこで, NTTは藻類の二酸化炭素固定^{*3}量の増加を加速させるゲノム編集技術の研究開発に取り組み, リージョナルフィッシュは魚介類の体内に固定する炭素量の増加を加速させるゲノム編集技術の研究開発に取り組みます。この2つのゲノム編集技術を藻類と魚介類の食物連鎖に適用することにより, 海洋における炭素循環総量を相乗的に増加させる二酸化炭素変換技術の確立をめざします。将来的には, 本技術を魚類や農作物の生産量増や高品質化にも適用にもつなげます⁽⁹⁾。

今後の展開

今後, サステナブルな社会の形成に

は, これまでの生産性向上という軸のみならず, 地球環境との共生という新たな軸も加え, 農林水産業も発展させていく必要があると考えています。これらを持続可能で実効的なものにするためには, 各地域がその特性を活かした強みを発揮しながら, 地域資源を活かし, 自立・分散型の社会を形成し, それぞれの地域の特性に応じて補完し支え合う, 地域循環経済圏の形成もこれからの社会に求められます(図4)。

前述の陸上循環養殖においては, 全体コストの約40%を温度管理や水を循環させるための電気(料金)が占めており, このコストをいかに下げるかが, 成否のカギをにぎる1つの要素です。その解決策として, 例えば, 農場で発生する廃棄物, 残渣, 畜糞などを活用したバイオマス発電や日本において設置場所が不足している耕作放棄地を活用した太陽光発電など, その地域で有

*3 二酸化炭素固定: 二酸化炭素など無機的な炭素を, 糖などの有機的な炭素化合物に変換して体内に取り込む過程です。

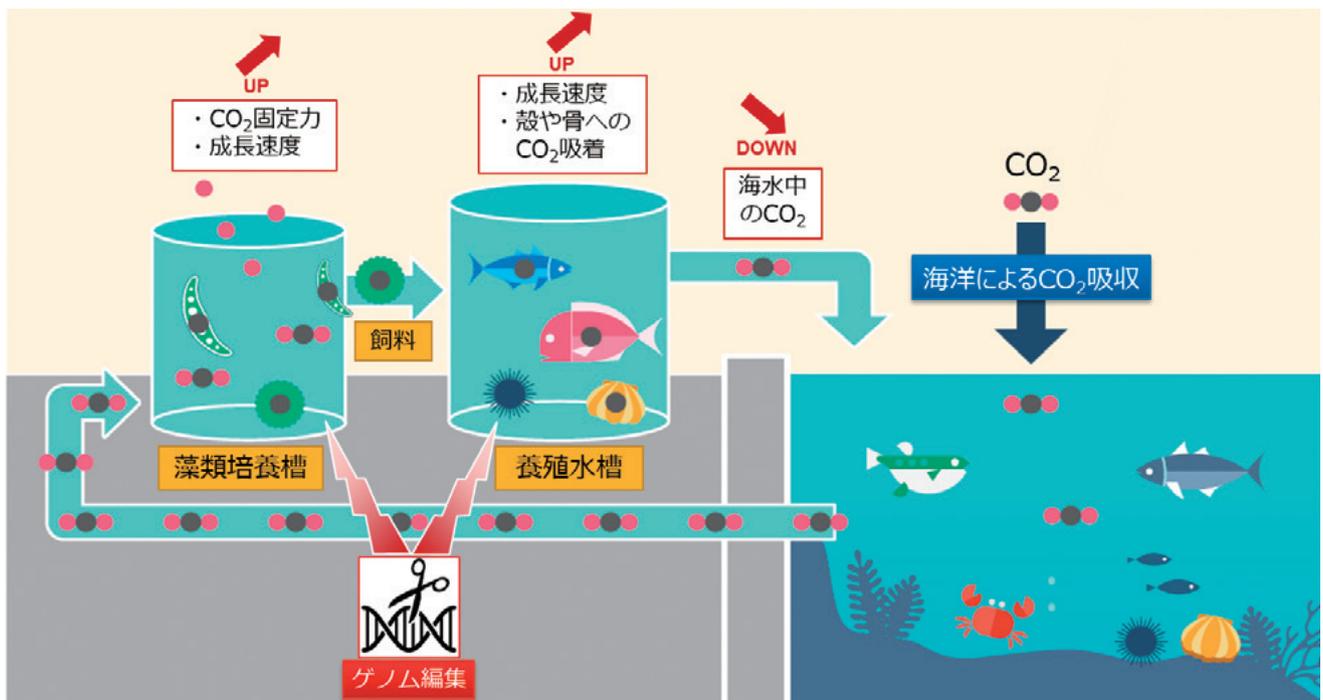


図3 ゲノム編集技術を応用した海洋中の二酸化炭素低減技術

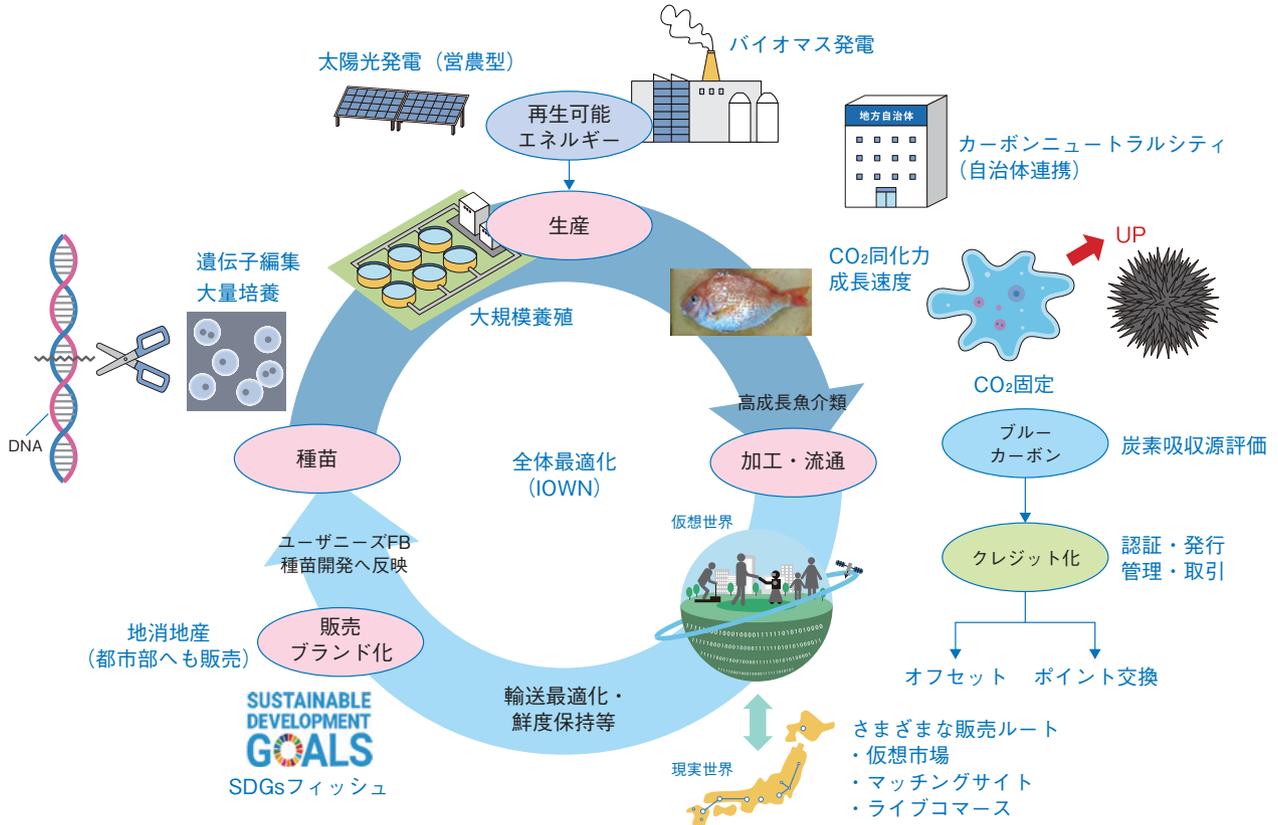


図4 地域循環経済圏のイメージ（陸上養殖を軸にした場合）

効活用されていない資源や土地を余すことなく活用した循環型のエネルギー活用も検討していきます。これらのエネルギー、熱源は高度施設園芸や畜舎などにも活用・展開できます。さらに、削減された二酸化炭素などの温室効果ガスの排出削減や吸収で得られたクレジットと、民間企業が発行するさまざまなポイント等と交換することにより、環境への取り組みへのインセンティブを向上させつつ、各地域でポイント経済圏を確立して地域通貨として活用するなど、農業と環境を軸にした新たな金融ビジネス等、従来になかったビジネスモデルにも発展する可能性もあります。これらの活動で生じる情報流、物流、金流の全体最適化をIOWN等の最先端技術、イノベーションで可能にし、サステナブルな地域循環社会の実現をめざします。

今後もNTTグループは、さまざま

なパートナーの皆様とのコラボレーションにより、最先端の技術と斬新なビジネスモデルを融合させ、農林水産業の発展、地球環境との共生、地域循環経済圏の実現に挑戦しながら、地域社会を支える企業群として取り組みを深化させていきます。

■参考文献

- (1) <https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/attach/pdf/210416-6.pdf>
- (2) <https://group.ntt.jp/magazine/blog/agriculture/>
- (3) 大関・山根：“NTTデータが取り組むデータ駆動型土づくり”，NTT技術ジャーナル，Vol.34，No.4，pp. 16-17，2022.
- (4) 井上：“超小型バイオガспラントによる社員食堂残渣の食品リサイクルを通じた都市型循環エコシステム”，NTT技術ジャーナル，Vol.34，No.4，pp. 10-13，2022.
- (5) 山崎・関口・鈴鹿・北川・佐瀬・堤：“農業を起点にしたコネクテッド・ドローンの開発と社会実装”，NTT技術ジャーナル，Vol.34，No.4，pp. 14-15，2022.
- (6) 寺崎・久須美：“コンシューマー向けに農作物を販売するマルシェ by goo”，NTT技術ジャーナル，Vol.34，No.4，pp. 18-21，2022.
- (7) <https://regional.fish/>
- (8) <https://group.ntt.jp/newsrelease/2021/09/28/210928a.html>

(9) <https://group.ntt.jp/newsrelease/2021/11/12/211112a.html>



(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 ntt-agri@ntt.com

超小型バイオガスプラントによる 社員食堂残渣の食品リサイクルを通じた 都市型循環エコシステム

食品廃棄物のリサイクル方法の1つとして、再生エネルギーを回収できる「メタン化」への注目は高まりつつありますが、導入にあたっての設備コストや運転管理の手間が課題となることが多くなっています。そこでビオストックは、取り回しが容易で遠隔監視システムを装備したコンテナ型バイオガスプラントを開発し、NTT東日本と共同で、NTTe-City Laboに商用プラントを設置し、社員食堂の食べ残しや自社圃場の廃棄物を活用してエネルギーや肥料を創出する都市型循環エコシステムの実証を開始しました。

井上 翔吾

ビオストック

食品廃棄物のリサイクルを 取り巻く環境

食農分野における脱炭素（カーボンニュートラル）や循環経済（サーキュラーエコノミー）を実現していくにあたり、日々大量に発生している食品廃棄物を有効に活用することは重要なテーマの1つです。可能な限り食品廃棄物の排出を抑制するフードロス削減の活動がまず大事であることはもちろんですが、それでも排出されてしまう食品廃棄物を単純に焼却処理するのではなく、資源として利活用することは、資源の有効活用という観点に加えて廃棄物処理にかかる社会コストの削減という観点でも効果的です。

これまで食品廃棄物のリサイクル手法としては、「飼料化（エコフィード）」「肥料化（堆肥化）」の2つの手法が一般的でしたが、昨今どちらの手法も事業環境は厳しい状況にあります。飼料化については、豚熱など家畜感染症対策に伴う衛生基準強化により、処理可能物が減少するとともに、衛生基準を

満たすために新たな設備投資を行う必要があることも多く、年々ハードルが上がっています。肥料化については、リサイクル後の製品である堆肥の需要の問題があります。化学肥料の高騰などにより、安価な堆肥が見直される動きも一部あるものの、農業従事者の減少が続く中で、単体量当りの肥効が大きく散布の手間が少なく済む化学肥料に押されて、一般的には堆肥は余剰傾向にあり、手間をかけて高品質な堆肥をつくれればつくほど赤字になるという話を聞くことも多くなっています。

そこで近年注目を集めているのが第三のリサイクル手法である「メタン化（バイオガス）」です。メタン化は、有機物をメタン菌の作用により発酵・分解し、その過程において創出されるメタンを主成分とするバイオガスを回収する技術です。回収したバイオガスは、専用の給湯器・ボイラーにて燃焼し温水として熱利用できるほか、バイオガス発電機を通じて電気としても利用できることから、リサイクル後の製品需要に困ることがないことが最大の

特徴です。FIT（Feed-in Tariff：固定価格買取制度）における優遇や、カーボンニュートラルに向けた官民の取り組み強化の追い風を受け、昨今急速に活用が進みつつあります。

メタン化・バイオガスプラントの 課題

一方で、メタン化のさらなる普及拡大にあたり課題となっているのが、設備構築にかかわるコストや運用管理にかかわる手間の問題です。メタン発酵を安定的に進めるといった技術的な観点と、規模の経済を働かせ、設備投資効率を上げるという経済的な観点の双方から、メタン発酵施設（バイオガスプラント）は1日の処理量（原料投入量）が50 t～300 t程度の大型の施設を建設することがこれまで一般的でした⁽¹⁾。また運転管理にあたっては、施設ごとに配置された熟練運転管理者がメタン菌の活性状況を把握し、経験と勘による匠の技で安定的な発酵を維持することも少なくありません。

大規模なバイオガスプラントは一度

に大量の食品廃棄物を処理できるという利点がある一方で、廃棄物処理施設となることから設置に適した場所が限られるという課題や、毎日大量の原料を運搬してくる必要がある（廃棄物運搬のためのコストがかかるうえ、運搬に伴うCO₂が排出される）という課題もあります。今後さらにメタン化による食品リサイクルを進めていくためには、バイオガスプラントを小型化し、食品工場や大規模商業施設などの食品廃棄物の排出拠点にオンサイトで設置できるような設備とするとともに、誰でも平易に運転できる仕組みをつくることが求められています。

コンテナ型バイオガスプラントと遠隔監視システムの概要・特長

そこでビオストックは、株式会社ヴァイオスと共同で、コンテナ型バイオガスプラントを開発しました（図1）。このコンテナ型バイオガスプラントには、超小型で取り回しが容易であること、および遠隔監視システムが備え付けられており無人運転が可能であるという2つの特長があります。

従来のバイオガスプラントは、設置場所ごとに大掛かりな建設工事が必要であり、着工から運転開始まで2～3年程度かかることが一般的でしたが、コンテナ型バイオガスプラントではその名が表すとおり、バイオガスプラ

ントに必要な機能・部材を20フィート海上輸送コンテナ数台に格納しており、圧倒的にコンパクトなサイズとなっています。バイオガスプラント本体（コンテナ）は工場で製造し、トレーラーで設置場所まで運搬、クレーン車にて据付を行うため、現地工事は電気・水道の接続だけでよく、最短2日で試運転が開始できます（図2）。また、プラント本体が可搬型であるという特徴により、建設工事の手配が難しい離島や海外向けにも適したシステムとなっています。

プラントの基本的な構成は、従来のバイオガスプラントと同様のシステムです（図3）。調整槽で原料を均質化したうえで、発酵槽にてメタン菌による発酵工程を経て、再生エネルギーであるバイオガスを回収するとともに、発酵残渣（消化液）は農業利用もしくは浄化処理のうえ排水するという処理フローも従来のプラントと同様です。従来のプラントとの違いは、各パーツを大幅にダウンサイジングしている点です。処理量に応じた最適なパーツを選択することでシステムコストの上昇を抑えるとともに、20フィートコンテナに格納できるよう配置を工夫しています。これにより、従来のバイオガスプラントが1日当たり50 t以上の原料を

必要とすることが一般的であるのに対して、コンテナ型バイオガスプラントは1 t/日～の原料でも運用が可能です。

もう1つの特長として、オンサイト設置・無人運転を可能とする遠隔監視システムが搭載されている点が挙げられます。従来の大型のバイオガスプラントでは、施設ごとに専門の運転管理者を配置することが一般的でしたが、コンテナ型バイオガスプラントは自動制御による運転と多数のセンサを用いた遠隔監視をビオストックで行うことで、原料排出拠点側では、熟練の運転管理者がいなくとも、片手間で運転管理が可能です。

バイオガスプラントの運転状況を現地の制御盤で確認したり、プラントによってはメールでアラートを発報したりするような仕組みは従来から存在しましたが、ビオストックの遠隔監視システムは、経済性・拡張性・セキュリティ面が従来システムと大きく異なります。オンプレミスではなくクラウドを前提としたシステムとするとともに、製造業分野で実績のあるIoT（Internet of Things）パッケージソフトを活用することで、安価かつスケラビリティに富んだシステムとなっています。またNTTグループのセキュリティガイドラインに沿ったシステムとする



Powered by Vioce Co.,Ltd

図1 コンテナ型バイオガスプラント



図2 据付工事

ことで、今後増加が見込まれる産業分野でのサイバー攻撃への対応を含めて安心・安全なシステムとなっています。なお本システムは、ビオストックが提供するコンテナ型バイオガスプラントだけでなく、他社が提供するバイオガスプラント向けにも提供していく方針であり、ユーザ要望に基づきカスタマイズも可能です。

NTTe-City Laboでの 実証の概要・特長

今回開発したコンテナ型バイオガスプラントの有用性を検証するべく、ビオストックはNTT東日本と共同で、NTTe-City Laboに2022年2月よりコンテナ型バイオガスプラントを設置し、社員食堂の食べ残しや自社圃場の廃棄物を活用してエネルギーや肥料を創出する都市型循環エコシステムの実証を開始しました（図4）。

これまでNTT東日本本社ビルの社員食堂から排出される調理くず・食べ残しなどは、事業系一般廃棄物として焼却処理されていましたが、これをバイオガスプラントでメタン発酵処理することで、食品リサイクルを実現します。回収したバイオガスは発電利用し、隣接する最先端農業の実証ハウスにおける非常時用蓄電池等の充電に活用するほか、災害時でも空気から安全な飲料水を生成できる空気製水器の電源として活用する予定です。また、発酵残渣（消化液）の肥料活用も推進する予定であり、NTT中央研修センタ（東京都調布市）での作物生育に活用するほか、市民農園など地域で活用する仕組みも検討中です。特に一般廃棄物として扱われている事業所や一般家庭から排出される食品廃棄物の多くは、今もなおリサイクルされず焼却処理されることが大半ですが、今回の取り組みにより、都市部の食品廃棄物か

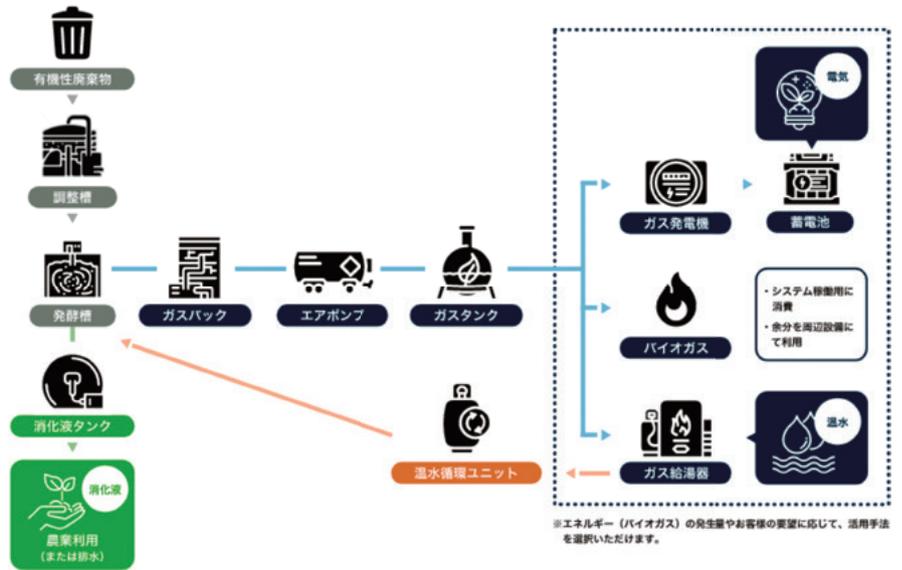


図3 コンテナ型バイオガスプラントの構成



図4 都市型の循環型エコシステムの実証の概要

らエネルギーや肥料を創出する「都市型循環エコシステム」を構築し、本事例をモデルケースとして全国に展開していきたいと考えています。

同時に、NTTe-City Laboに設置するコンテナ型バイオガスプラントでは、一般的なバイオガスプラントと比較し相当多くのセンサデバイス・IoT機器を搭載しており、これまでは都度検体を採取し化学分析を行わないと取得できなかったデータについても、リアルタイムで遠隔からモニタリングするとともに、データをダウンロードす

ることが可能です。これにより、バイオガスプラントの運用の肝である発酵の安定化に資するデータ分析や、遠隔管理による安定的な運用の実証を行い、コンテナ型バイオガスプラントのさらなるコスト削減に向けた研究や、遠隔での運用管理ノウハウの蓄積にも役立てる方針です。

なお、NTTe-City Laboは、NTT中央研修センタを核としたNTT東日本グループの地域課題解決ソリューションを体験可能な実証フィールドであり、コンテナ型バイオガスプラント

以外にも多数の最先端技術の実証を進めています。すでにローカル5G（第5世代移動通信システム）のオープンラボや最先端農業の実証ハウスなどが設置されていますが、今回コンテナ型バイオガスプラントによる食品廃棄物の有効活用・エネルギー地産地消の実証施設としてコンテナ型バイオガスプラントを設置することで、地域の課題解決・スマートシティを幅広く体感できるショーケースとしての活用が期待されています（図5）。

今後の取り組み・展望

NTT東日本への納入を皮切りに、ビオストックでは、省スペース・可搬型・短期間で施工可能なコンテナ型バイオガスプラントの提供・販売を開始しました。カーボンニュートラル・脱炭素対応や廃棄物処理コスト削減など、有機性廃棄物を排出する事業者等にとっての喫緊の課題への有効な対策となることを期待しています。

特に、食品工場等では、1工場当りの食品廃棄物排出量が1～5 t/日程度であることが多く、従来は原料や設置スペースの確保の観点から、工場内にバイオガスプラントを設置することは困難でしたが、コンテナ型バイオガスプラントであれば工場内にオンサイトで設置可能です。従来外部へ委託していた廃棄物処理を工場内で完結することで、食品リサイクル率を向上させながら廃棄物処理コストを削減できる。うえ、再生エネルギーも回収できることで、SDGs（持続可能な開発目標）・サステナブルフードへの貢献をPRすることも可能です。

また、廃棄物処理施設や下水・し尿処理場の維持運営費増加に悩む自治体においても、コンテナ型バイオガスプラントは有効なソリューションになると考えています。特に、一般家庭の生



図5 NTTe-City Labo

ゴミを分別回収し堆肥化事業を行っている自治体では、コスト負担の問題から事業継続が困難になっている事例が多いと聞いていますが、コンテナ型バイオガスプラントの導入により「メタン化+堆肥化」へのハイブリッド処理へ移行することで、事業収支を抜本的に改善できると考えています。2050年までのカーボンニュートラル達成に向けた、脱炭素先行地域の取り組みとしても活用が可能です。

環境省は、令和3年度版環境白書の中で、「2050年カーボンニュートラルに向けた経済社会のリデザイン（再設計）」と題して、「脱炭素社会・循環経済・分散型社会への3つの移行」が重要テーマになると宣言しています。コンテナ型バイオガスプラントは、再生エネルギー・リサイクル・廃棄物処理の分散化（廃棄物輸送削減）の観点から、まさに時流に即したソリューションであり、今回の実証を契機に、全国への普及拡大に努めていきます。

参考文献

- (1) グループ企業探訪：“畜産・酪農業に新しい風を吹き込んで地域貢献,” NTT技術ジャーナル, Vol. 32, No.11, pp.106-109, 2020.
<https://journal.ntt.co.jp/article/7831>



井上 翔吾

子どもたちにより良い地球を残せるよう、これからも社会課題の解決に取り組みます。

◆問い合わせ先

ビオストック
 事業開発部
 TEL 0155-66-6030
 E-mail info@biostock.co.jp

農業を起点にしたコネクテッド・ドローンの開発と社会実装

2021年2月に事業を開始したNTT e-Drone Technologyは持続可能な社会の実現に向けてドローンの社会実装を推進するミッションを持って立ち上がった会社です。地域の主要産業である農業を起点にドローンの利活用を推進することで地域の拠点づくりをお手伝いするところからまずは始めています。本稿では、主に農業分野の取り組みについて紹介します。

やまさき 山崎	あきら 顕	せきぐち 関口	ゆうじ 勇二
すすか 鈴鹿	しんや 真也	きたがわ 北川	すすむ 侑
させ 佐瀬	ほだか 穂高	つつみ 堤	よしと 美音

NTT e-Drone Technology

NTT e-Drone Technologyの設立背景

NTT e-Drone Technologyは2021年2月に、NTT東日本、株式会社オプティム、株式会社WorldLink & Companyの三者合弁で設立したドローンメーカーです(図1)。出資三者はいずれも、以前からスマート農業に取り組んでおり、農薬散布・肥料散布・センシング・播種等さまざまな農作業においてドローンの利活用が進む状況を事業機会ととらえて当社設立に

至りました。当社は出資三者と緊密に連携しながら、農業を起点とした「社会課題の解決に資するドローンの社会実装」をめざし、ドローンの機体開発・運用受託・人材育成まで幅広い事業に取り組んでいます。

NTTグループ会社としては珍しく、機体開発まで手掛けるメーカー機能を有することもあり、研究所から事業会社まで幅広くお声がけいただき、社内外問わず案件を頂戴していますが、本稿では特集テーマである農業分野における取り組みについて、「現在の取り

組み」「将来に向けた開発」に分けて紹介します。

農業分野における現在の取り組み

■農業ドローン「AC101」

「全ては、長く、安心してご利用いただくために」という想いを込めた「AC101」2022モデルは、日本の圃場に合った「軽量」「コンパクト」「省エネ」といった従来の機体コンセプトをさらに強化し、より軽く、より強く、初めての方にもよりやさしい機体を実現しました(図2)。それに加えて、「2~3年で部品供給が途絶えては農機具としては困る」といった多数のユーザの声を踏まえ、ドローン業界の常識を覆す日本初の「7年サポート」

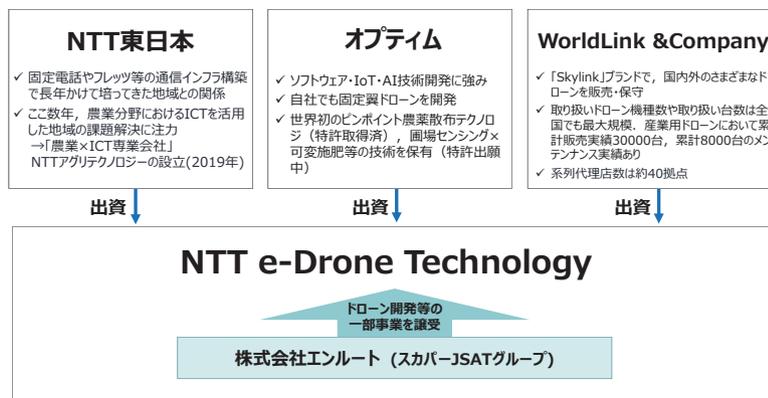


図1 会社概要



図2 AC101



図3 当社製フライトコントローラ(基盤の一部)

を保証しています。さらに、「充電の手間をなくしたい」「そもそも1本のバッテリーでより長く散布したい」といった声も重視し、プロペラはカーボン製に変更しました。「より軽く」なった機体と「よりやさしく」なった操作感との相乗効果により、ホバリング時間が多少長くなった場合や変形な圃場で時間をかけて散布した場合でも、バッテリー1本で、これまでよりも簡単に最大2.5 haを散布できるようになっています。

■農業用ドローン「AC101」の普及に向けて

会社設立以降、デモ会等のイベントを100回以上実施し、農家、JA関係者、農政関係者2000名以上の方々とお会いし、農業の現場におけるドローンの利活用について意見交換を重ねてきました。「AC101」のさらなる普及に向けては、遠隔操縦や完全自動航行による省人化の実現や、ドローンにて農薬を散布可能な対象作物の拡大の要望等を頂戴しています。農林水産省ではドローンで散布可能な農薬の拡充を推進しており、「AC101」での試験散布や実証についても積極的に実施しています。直近ではキャベツでも試験散布し機体を購入いただくケースもありました。また、りんごの授粉作業へのドローンの活用も検討しています。現場の要望を1つひとつ解決していくことで、さらなる普及を推進していきます。

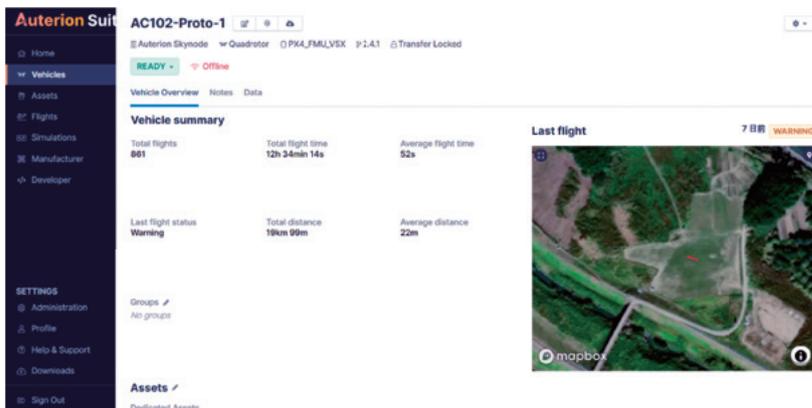


図4 クラウド画面イメージ

将来に向けた取り組み ——コネクテッド・ドローンの 開発&人材育成

2021年7月に、当社はAuterion⁽¹⁾との提携を発表しました。Auterionは企業や政府機関といったエンタープライズ向けに、それぞれのニーズに応じた機体、ペイロード、アプリケーションとの連携を容易に実現する、ドローン向けオープンソフトウェア・プラットフォームを提供している米国、スイス、ドイツに拠点を構える企業です。当社は、この提携を通じてコネクテッド・ドローンの開発を進めています。コネクテッド・ドローンは、無線(LTE(Long Term Evolution), 5G(第5世代移動通信システム), ローカル5G)を介してドローンとクラウドが常時接続可能となることで、「ドローンの遠隔操作」と、ドローンが取得したデータを「リアルタイムに遠隔地に伝送」することを実現します。農業用ドローンや、測量・点検・災害対策・物流向けのドローンにも実装されるべきものと考え、開発を推進しています。すでに、ドローンの制御装置であるフライトコントローラの試作に成功し量産に向けて開発を進めています(図3)。また、クラウドについてもAuterionとの共同開発により効率的

かつ高機能なアプリケーションの開発を推進しています(図4)。

NTT e-Drone Technologyではこのような開発を通じて、社会課題の解決に資するドローンの社会実装に貢献していく考えです。農業以外の分野については、当社のWebサイトや公式SNS等^{(2)~(5)}もご確認ください。

■参考文献

- (1) <https://auterion.com/>
- (2) <https://www.nttedt.co.jp/>
- (3) <https://www.youtube.com/c/NTTeDroneTechnology>
- (4) <https://www.facebook.com/NTTdrone>
- (5) <https://twitter.com/NTTdroneuw>



(左から) 北川 侑/ 佐瀬 穂高/
山崎 顕/ 関口 勇二/
堤 美音/ 鈴鹿 真也(右)

1人ひとりや、1つの会社でできることは限られているかもしれませんが、私たちの強みである社会とパートナーとテクノロジーを「つなぐ」力を発揮することで驚きのドローンを創出できると信じています。

◆問い合わせ先

NTT e-Drone Technology
E-mail contact@nttedt.co.jp

NTTデータが取り組むデータ駆動型土づくり

NTTデータでは土づくりを推進していくために、ICTを活用して日本全国の土壌診断データとそこでの営農作業情報を収集しデータベース化しました。このデータベースにより、これまでの経験や勘という領域においてデータに基づくデータ駆動型の取り組みが可能となります。データベースのデータは全国統一手法で土壌分析を行うことでデータの正規化を行っており、このデータを活用することで個別圃場の把握だけでなく地域特性の把握も可能となります。また、土壌診断における土壌採取の手間を軽減するための技術として、衛星画像から土壌成分の測定を行う技術を開発し実証試験を行っています。

おおげき ともお やまね かずや
大関 知夫 山根 和也

NTTデータ

ICTを活用した土づくり

農業において水田への堆肥施用量の減少が進むなど農地土壌の劣化が課題となっている中で農作物の収量向上等に向けた土づくりの取り組み拡大が重要となっています。土づくりにおいては土壌診断による土壌状態の把握、把握した状態を基にした営農作業の計画、計画した作業の実施と収量の検

証、というサイクルを継続的に回していく必要があります。しかし、最初の実施すべき土壌診断は一部の圃場での実施にとどまっており、多くの圃場での営農計画は生産者の経験や勘で作成されています。これに対し、本取り組みではICTを活用して日本全国の土壌診断データとそこでの営農作業情報を収集しデータベース化しました。収集したデータは地域や作目特性を考慮し

て分析することで営農作業の示唆が可能となります。このようにICTを活用することで、これまでの経験や勘という領域についてデータに基づくデータ駆動型の取り組みが可能となり、今後さまざまなメリットが考えられます。

全国のデータ収集とその活用

一般的にデータベースを構築する際にはデータの信頼性が担保されている

- ・土壌診断データベースには日本土壌協会/全国26県と協力し、正規化したデータを蓄積
- ・蓄積したデータは圃場単位、地域単位で分析可能で処方箋の示唆を可能とする

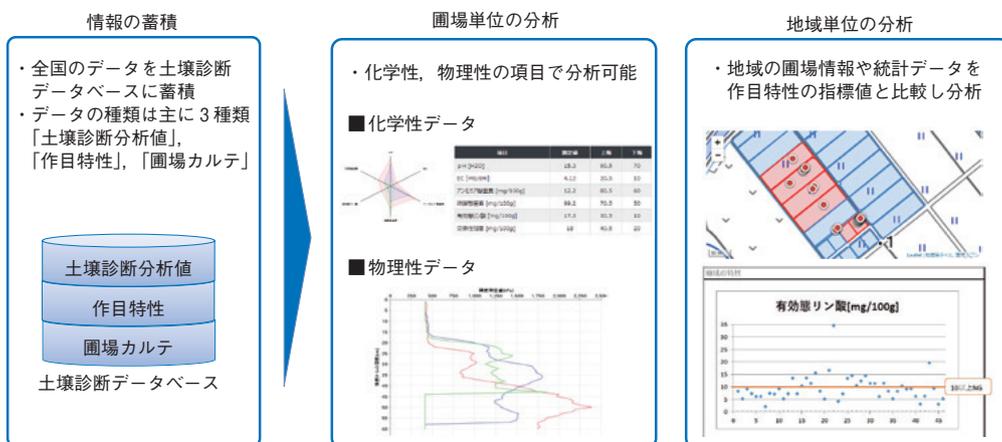


図1 土壌診断データベース

- ・衛星画像を用いて広域的に土壌の腐植含有量、無機態窒素の値を解析
- ・圃場間・圃場内の偏りまで解析可能であり、他技術との組み合わせで施肥の最適化が可能

衛星画像の取得



衛星画像の解析

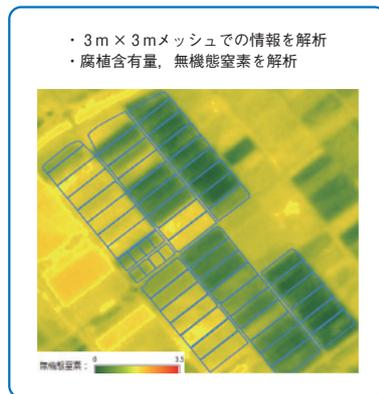


図2 衛星画像を用いた土壌診断

必要があります。土づくりにおける現状把握の手段である土壌診断はこれまで各地域の土壌分析機関が分析していたため、分析項目が統一されておらず、単純にデータを収集するだけでは正規化することができませんでした。そこで、NTTデータでは日本土壌協会や全国26県の県組織と協力し土壌診断データベース構築推進協議会を立ち上げました。この協議会の取り組みでは全国の土壌データを統一手法で採取し土壌分析機関を集約することで、全国の土壌診断データの項目や分析値を画一的に扱うことを可能としています。また、土壌診断データだけでなく、土壌の物理性データや圃場カルテとして圃場の収量や実施した営農作業等の情報を収集することで、より正確に圃場状態を把握することが可能となりました。

土壌診断データベースでは蓄積された各種データを基にさまざまな分析が可能です。一例として、ある圃場で土壌診断をした際に、その分析値と協議会で定めた作目に応じた複数の指標値を自動比較することで、生産者の経験

や勘に頼らず圃場の改善課題を導き出すことができます。また、地域や作目の統計情報を分析することで地域特性を考慮した土壌状態の良し悪しを判断可能とし、個別圃場の把握だけでなく普及組織で担当している地域としての特性を把握することもできます。2021年度は全国約4000地点の土壌データを収集しており土壌データを提供いただいた生産者や普及組織に処方箋として分析結果を還元しています。この取り組みは今後も拡大していき、全国展開を図っていきます（図1）。

衛星画像を用いた土壌診断

土づくりにおいては最初に土壌診断により状態把握を行います。この土壌診断では圃場の土を採取し乾燥させ分析機関に送付するという一連の作業が必要となります。これらの作業は手間がかかり、繁忙期には分析機関での分析作業に時間がかかり、次の作付けに間に合わないこともあります。データ駆動型土づくりの取り組みにおいても土壌診断の手間が大きく、診断件数が増えないという課題がありました。

そこでNTTデータでは、AW3D*で培われた衛星画像の解析技術を活かして、衛星画像から土壌成分の測定を

行う技術を開発しました。本技術では3日に1回程度の頻度で取得している衛星画像を使用しており、圃場の営農状態に合わせて適切なタイミングで画像取得と解析を実施することが可能です。現在、3m x 3mメッシュで腐植含有量、無機態窒素の2つの成分値について1週間程度で解析可能です。この技術を使用することで全国どの圃場でも手間なく成分値がわかります。また、広域的に情報を取得するため圃場間や圃場内での成分の偏りについても測定することができ、可変施肥等の他技術と組み合わせで施肥の最適化も可能です。2021年度は宮城県、新潟県の3地域でこの技術の実証試験を行っており、今後地域を拡大していきながら、データ駆動型の土づくりの推進に貢献していきたいと考えます（図2）。



(左から) 山根 和也/ 大関 知夫

NTTデータは、農業生産現場の情報をデジタル化し、『「食」と「農」の情報マッチングビジネス』の実現をめざし、取り組みを進めています。今後も、食農分野にかかわるNTTグループ各社と連携しながら、農作物の生産と流通・販売、消費にかかわるすべての人をつなぐことで、日本の農業を支えていきたいと考えています。

◆問い合わせ先

NTTデータ
デジタルビジネス推進部
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

* AW3D：長年にわたる衛星画像処理技術の蓄積を持ちリモート・センシング技術センター（RESTEC）と、高速・高精度データ処理技術を持つNTTデータが共同で開発・販売する3D地図データです。

コンシューマ向けに農作物を販売する マルシェル by goo

NTTレゾナントでは、マルシェル by gooというC2Cのマーケットプレイスを提供しています。本稿では、昨今のクリエイターエコノミーの潮流・国内外のECサービスのトレンドや農作物を取り扱う中で、農業に携わる方々の生の声や、サービスを運営していくうえでの技術的課題、および今後の展望を報告します。

寺崎 ひろし 久須美 たつや
達也

NTTレゾナント

マルシェル by goo

マルシェル by gooは、C2C (Consumer to Consumer) のサービスです(図1)。中古品や新品を売るのではなく、商品の製作過程やストーリーを大事にしているサービスです。商品にまつわるストーリーをブログ・Twitter・Instagram・YouTube・TikTokなどさまざまなSNSと連携して掲載できるようにしています。特に、NTTレゾナントが運営するブログサービス「goo blog」との親和性が非常に高く、出品する際に商品への想いが書かれたgoo blogの記事を選択することや、goo blogの記事内に出品している商品を表示することができます(図2)。goo blogを利用している出品者は、ブログ記事を通してファン(読者)へ情報発信できる機能も有しています。また、goo blogは月間2800万ユニークユーザが訪れるサービスのため、そのユーザに対しても露出ができるメリットを有しています。

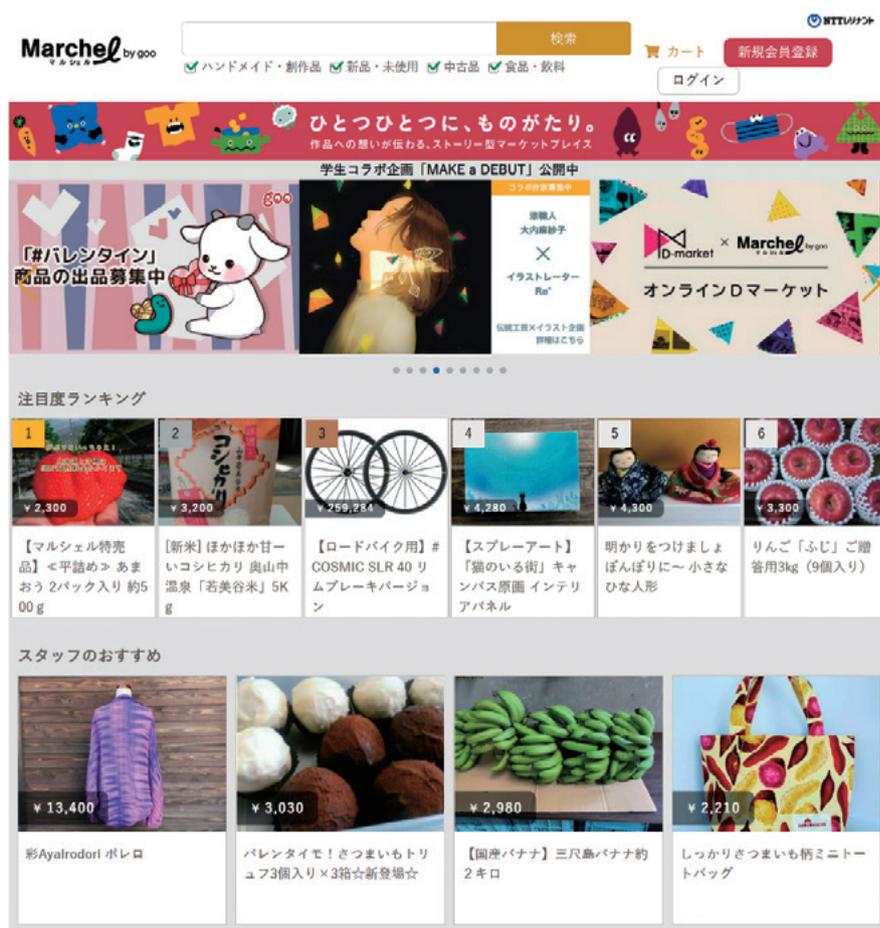


図1 マルシェル by goo トップページ

単に商品を販売するだけでなく、商品へのストーリーを伝えていくことでナラティブなブランディングを提供できると考えていますので、本サービスを説明する際は、クラウドファンディングに近いようなイメージでお客さまに紹介をしています。

このような世界観で、現在、力を注いでいる領域は多岐にわたります。コロナ禍において、発表する機会を失った学生の支援ということで美術系のクリエイターと行っている産学連携やリアル店舗での販売が困難になってきた、伝統工芸作家とのコラボレーション、そして、今回紹介させていただく農業連携です。それぞれの団体や学校と専用の共同企画ページを設けて、クリエイターの紹介と販売促進の支援に取り組んでいます。

マルシェル by gooは、サービスを開始して2年になりますが、ブログを

書いているユーザとそうでないユーザとでは、商品の売れ方、リピート購入に大きな差が出ています。ユーザにとって、全く知らないクリエイターから商品を購入することは、心理的ハードルがとて高いものと思われま。ブログや他SNSで人となりを知ってもらい購入につながる傾向が、明らか数字として出てきています。このことは、後述する、昨今のトレンドであるクリエイターエコノミーの状況においても同様のことがいえると考えます。

クリエイターエコノミー

「クリエイターエコノミー」という言葉が聞かれるようになったのは、2020年後半くらいだったと記憶しています。改めて定義を紹介すると、個人の行動や情報発信によって形成される経済圏となります。ここ数年、ダイ

バーシチ、副業といったワードが多く聞かれ、以前よりも個人で収入を得る方法が多様になってきました。YouTuber・ギフティング・ゲーム実況・オンラインサロンなど数年前では考えられなかったかたちで収入を得られるようになってきています。これに加え、NFT (Non-Fungible Token) の登場で、収入を得る手段は暗号資産を通して国境・通貨の壁を容易に越えることができるようになりました。NFTに関しては、イラスト・音楽・メタバースの中で自我を確立するアイテムとしてまだまだ成長していく市場だと思いますが、出品したらすぐに売れるようなものでもありません。やはり、先述のとおり、セルフプロモーション・セルフブランディングをしていく必要があります。とはいえ、SNSでのファンの獲得や情報発信は、以前よりも気軽にできるようになっていま

goo blog



Marchel by goo
マルシェル



YouTube
Instagram
TikTok
Twitter
他ブログサービス



図2 マルシェル by goo と他サービス連携

す。このような流れに対して、Facebook、Instagramからは2022年クリエイターの囲い込みに総額10億ドルを投入するという発表がありました。クリエイターにとっては、報酬が得られる手段が今後も増えていくと思われ、日本もこの潮流がもっとさかんになるのではないのでしょうか。

農家との取り組み

マルシェル by gooは、農家の方もクリエイターととらえ、農作物の販売を強化しています。元々、goo blogで公開されている農業に携わる方々の記事は農作物に対するストーリーがしっかりしており、マルシェル by gooとは非常に相性の良いものになっていました。私たちが農家の方からお話を聞いていく中で感じたのは、農作物販売はまだ開拓・改善の余地が多くあるということです。

今現在、農林水産省の農業女子プロジェクト、新潟県の農家の方々、食の6次産業化プロデューサー（食Pro.）の方たちと取り組みを進めています。このうち、食Pro.は、生産（1次産業）、加工（2次産業）、流通・販売・サービス（3次産業）に対する専門家のグループです。中小企業診断士、大学教授、中小機構、公務員、地元の活性化を進めたい方などとともに、農作物の全国流通と農家の支援を本サービスで実現しようと考えています。新規就農者など農作物販売の方法が分からない方や、オンライン販売に一步踏み出せないような方に対しては、専門家の方々の協力が不可欠であると感じました。

■サービス運営で明らかになっている課題

農家の方と本サービスについてヒアリングをする機会が多くあり、本サービスに限らず、ネット販売で農作物を取り扱うことに対する課題をいくつか伺うことができました。

(1) 配送の問題

折角の格安の野菜が、送料の問題で近くのスーパーよりも価格が高くなる問題があります。簡単に解決できる問題ではありませんが、例えば、限られたエリアだけでも、送料の問題を解決すると、競合に対してかなりの競争優位性が見込めます。調査をしていくうちに、全国をターゲットとせずエリアを一部に絞ったネット販売サービス等も多くあることが分かりました。

安い農作物を売るのではなく、近くでは手に入れにくい割高な野菜を販売する方法も考えられます。有機農業で生産された農作物は、D2C（Direct to Consumer）での流通が多く利用されています。有機農業の取り組み面積は、海外と比べると日本は少ないのが現状ですが、一定の付加価値が市場に認められているため、多少割高でも購入する消費者が多いというレポートもあります。今後この領域はさらに拡大していくと考えています。

発送伝票は、ITリテラシーのある方はデータ化して印刷することが可能ですが、不慣れな方も多く、手書きで記載することによるトラブルもあります。これに対し、競合他社は、地元でサポートできる仕組みを取り入れているところもありました。大手配送業者と発送伝票のAPI連携を実現するためには、月間数千件の取引が必要となり

ハードルが高いのも課題です。

本課題に対して、マルシェル by goo においては、多少割高であっても商品価値を高く感じていただけるようこだわりをブログに記載いただき、農家の熱い想いに共感していただき購入していただく仕掛けを提供し、配送の問題に関しては、スタートアップの事業者と話を進めており、1つひとつ課題解決に取り組んでいっています。

(2) 発注の数や在庫管理

本サービスの特性上小口の発注が多いのですが、農家の方からすると、大量に卸したいという方々が多いのが実態です。大口で受注して、各家庭に配送するなど、この要望にこたえる仕組みがあると、配送料に対する課題も解決に近づくので、チャレンジする価値があると考えます。

(3) セルフプロデュース

マルシェル by gooで野菜を購入される方は、「何を買うか」よりも「誰から買うか」を重視している傾向があるように思えます。農作物をただ買うというよりも、応援という意味合いも含まれているかもしれません。農家の情報発信は面白く、作物を育てる事前準備や成長過程、「動物に野菜を食べられた」などといった苦労話のように、楽しく食育につながるようなコンテンツが多くあります。

技術的側面でマルシェル by gooを成長させていくには

■商品への流入手段

ユーザがWebで商品を探す際、固有名詞がしっかりしている商品であれば、検索結果に表示されるさまざまなECサービスを経由して、目的や予算

感に合う新品や中古品に出会い、購買行動に進むことができます。一方で、クリエイターが制作した商品は、商品名も紹介文も自由記述であり、なかなか分類しがたいものです。これにより、極端にWeb検索によって商品へたどり着くことが少ないのが実情です。そのため、Web検索に頼るよりも、SNSやブログなどの口コミを経由した商品への誘導や、クリエイターとファンの距離が近くなることで口コミを発生させる、いわゆるソーシャルカレンシーの構築のほうが重要と考えます。

また、サービスへの来訪者に対して、再購入につながる仕組みをつくることも大切です。例えば、定性的な自分の好みを数値化して共起しているものや、好みから、少しずれているものをお勧め商品として、提案するような機能があると、新たな購買につながると考えています。ユーザの好みを認識して提案するので、通常のECサービスとは異なった提案方法が必要であると考えています。

■カゴ落ちと決済手段の多様化

どのECサービスでも必ず、商品をかごに入れたものの購入せずに終わってしまう(カゴ落ち)問題が発生します。その原因の1つとして考えられるのが、決済時の手間です。ECサービスはクレジットカード払いが多いですが、クレジットカードをお持ちでない方は予想以上に多く、実際マルシエル by gooへも多く問い合わせをいただいています。この問題に対して、海外ではBuy Now Pay Later (BNPL)の決済方法が増えてきています。BNPLは、購入時にクレジットカー

ド情報を入力することなく、商品が届いてからコンビニや銀行等で後払うことが可能です。これにより、カゴ落ちの問題に対し、細かいUI (User Interface) のチューニングをするよりも、購入へと到達する割合が大きくなり改善されますし、ジェネレーションZなど若者の層にも購入の機会を与えることが可能になります。この後払い決済は、国内でも徐々に広がってきています。

■タッチポイントと開発工数

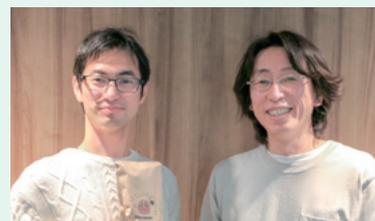
ECサービスは、商品の一覧・商品の詳細などのフロント部分と、在庫管理・決済代行・顧客管理・受注管理等のバックオフィス部分に大まかに分かれます。マルシエル by gooでは、これを1つのシステム・自前のシステムで運用しているため、一部修正があった際に大きな試験期間を要してしまいます。例えば、クーポン機能を新たに追加する場合、すべてのシステムに手を入れるような大掛かりなシステム改修が発生してしまいます。UIとバックオフィス部分をAPIで接続し、多様なフロント(PC・スマートフォン以外も、スマートデバイスやSNS等)を設けてもAPIで接続さえすれば、バックオフィスの部分は大きな変更が不要というメリットが出てきます。このような仕組みは、ヘッドレスコマースと呼ばれ、開発コストを大きく抑えることが可能です。さらには、バックオフィスの仕組み自体は専門家に任せられるという大きな安心感が得られます。現在、AmazonやShopifyなどが本機能を提供していますが、まだまだ初期導入コストが高いのが課題です。

今後のサービス展開とまとめ

マルシエル by gooでは、農作物・加工品に加え、2022年はお酒の取り扱いも開始します。

また、イラストレーター連携にも兆しがみえてきおり、印刷代行のビジネススキームやオーダー販売、企業様との連携なども進めていきます。昨今のトレンドからデジタルコンテンツの取り扱いに対しても、キャッチアップをしていく必要があると考えています。

引き続き出品者の獲得と、販促活動を強化していき、多くの取引が発生することをめざしていきます。冒頭に記述した、サービスの世界観を大切にしたい、UX (User eXperience) の提供も進めていきます。大事にしているのは、「What」より「How」・「もの」より「こと」で購入してもらうことに価値を感じていただけることです。



(左から) 久須美 達也/ 寺崎 宏

マルシエル by gooを通して、クリエイターの想いのこもった作品・農作物を全国にお届けします。サービス連携を進めていますので、ご連絡をお待ちしています。

◆問い合わせ先

NTT レジナント
パーソナルサービス事業部
E-mail weblog@nttr.co.jp

挑戦する 研究者たち CHALLENGERS



武居 弘樹

NTT 物性科学基礎研究所
上席特別研究員

最大の願いは「貢献」。 年齢を重ねても研究 するスピリットを持ち 続けていたい

コンピュータ技術を支えるCMOS電子回路の微細化技術が限界に近づき、デジタルコンピュータの性能が指数関数的に向上するという Moore の法則の終焉が現実のものとなってきました。こうした中、物理現象を用いてデジタルコンピュータが苦手とする特定の問題を効率良く（高速に）解く計算機の研究が盛んに行われています。この領域において、世界初の成果を次々と発表している武居弘樹上席特別研究員に研究成果と、研究者としての姿勢を伺いました。



世界最大級の新方式の計算機による 大規模な組合せ最適化問題の高速な 解探索を実証

仁科記念賞を受賞された2018年から4年ぶりのご登場ですね。研究活動は順調に進んでいらっしゃいますか。

私の現在手掛けているテーマの1つである「大規模コヒーレントイジングマシンの実現」は2018年から継続して追っています。イジングマシンを簡単に説明すると、膨大な個数のスピンと呼ばれる2値を持ったマイクロ要素が相互作用し合い、全体（マクロ）としてどのような振る舞いを示

すかを表現するイジングモデルにおいて、エネルギー最小状態を求めるといった問題（これは例えば、多数の点を最短時間で回る一筆書きルートを探索する等の複雑な組合せ最適化問題に適用されます）を物理実験で解くシステムです。このスピンとして超伝導量子ビットを用いて求める「量子アニーリングマシン」がありますが、私たちは、内閣府の主導する革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) において各研究機関と共同で、このイジングモデルの計算を不安定要素がある量子に代えて、ある特殊なレーザー光の位相 ($0, \pi$) をスピンの代わりとして用いることで安定的かつ高速に行う、コヒーレントイジングマシン (CIM) を

2016年に実現し、レーザー (Laser) を用いて問題を解く (Solve) ことから「LASOLV」と呼んでいます (図1)。

2019年には情報・システム研究機構 国立情報学研究所 (NII)、スタンフォード大学、アメリカ航空宇宙局 (NASA) Ames 研究センターと共同で、縮退光パラメトリック発振器 (DOPO) のネットワークを用いて CIM の特性を評価する実験を行い、CIM の柔軟なノード (スピンの配置された格子点) 間接続の仕組みが、複雑なグラフ構造の問題を高い正答率で解くうえで重要な役割を果たしていることが明らかになりました。この実験において、CIM と量子アニーリングマシンについて、同じ組合せ最適化問題で正答率を比較した結果、辺密度の高いグラフに対して、CIM が量子アニーリングマシンを上回る正答率を示すことを明らかにしました⁽¹⁾。

加えて、2021年は10万個のDOPOからなる超大規模 CIM を、NII の河原林健一教授らと実現しました⁽²⁾。今回、光システムおよび測定・フィードバックシステムの規模を増大し、10万パルス、最大100億結合のDOPOを可能とする超大規模 CIM を開発し、これによって10万要素の大規模組合せ最適化問題のある1つの問題に対し、CPU上で実装した焼きなまし法 (SA) に比べ、同じ精度の解を約1000倍の速さで得ることができました。加えて、動作条件を変えることで、高い解精度を保ちつつ SA と比較して多様な解分布を得ることを確認しました。どちらの成果も米国科学誌『Science Advances』に掲載されています。

次々と世界初の快挙を成し遂げていらっしゃるのですね。

さらに、2021年は次の成果を報告することができました。まず、現実的な光学装置を使い、高い安全性を達成する高速な量子乱数生成器 (QRNG) を世界で初めて実現しました⁽³⁾ (図2)。QRNG は量子測定の本質的な性質を利用して真の乱数をつくり出す装置です。QRNG による乱数はもし盗聴者が量子力学的に可能な方法で盗聴を試みたとしても、その予測不可能性を保証できるという意味で量子力学的に安全な乱数にすることが可能です。この成果ではアメリカ国立標準技術研究所 (NIST) とともに、少ない実験データから効率的に乱数の保証を行う理論手法の開発

と、タイムビン量子ビットと呼ばれる光パルスの到着時刻の測定を用いることで、0.1秒ごとに8192ビットの量子力学的に安全な乱数を生成することに成功し、英国科学誌『Nature Communications』に掲載されました。

そして、ニューロインテリジェンス国際研究機構 (WPI-IRCIN) 副機構長の合原一幸 東大特別教授らと共同で、DOPOを用いて、神経細胞 (ニューロン) の発火*信号 (スパイク) を模擬する人工光ニューロンを作成することに成功しました⁽⁴⁾。一般に、ニューロンの発火ダイナミクスは、その外部刺激への応答に基づいて大きく2つのクラスに分類されています。私たちがつくり出したDOPOニューロンは、この2種類両方の発火モードを、注入するポンプ光

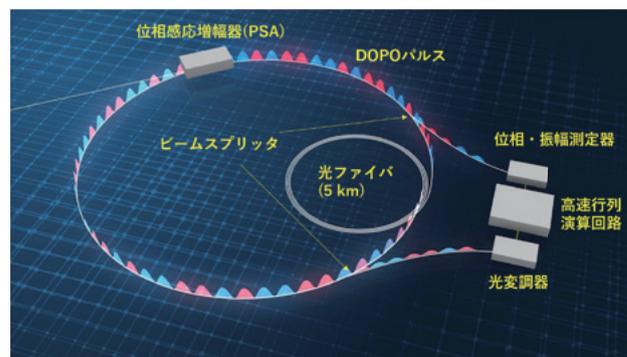


図1 CIM の概念図

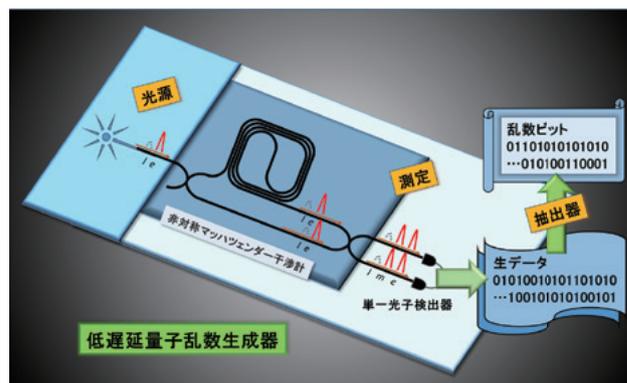


図2 開発したQRNGの概略図

* ニューロンの発火：ニューロンへの入力電気信号がしきい値を超えると隣接ニューロンへ電気信号を送ること。



強度の調整という単純な操作で自在に制御可能な特性を有することが分かりました。この発火モードの制御を通して、脳型情報処理の重要なパラメータである人工ニューロンの発火頻度を調整することが可能となります。



光の特性を生かした新しい情報処理の実現へ

基礎研究において年間3件も成果を生み出すとは稀有ではないでしょうか。

10数名のグループメンバーや他のNTT研究所のメンバーに加え、グループ会社、他社等と共同で展開し世界初の成果を発表することができています。研究活動は非常にチャレンジングであり、数年前に学術誌に基礎研究として掲載された成果を、実際に世に出すことに挑戦できる企業は世界的にみてもそう多くはありません。こうした中で、私たちNTTがチャレンジできる環境にあることは非常に幸せであり、誇らしく思っています。

私もメンバーの1人として参加しているLASOLV推進プロジェクト(L推P)はPoC(Proof of Concept)をできるだけ早く行おうというフェーズに突入しています。CIMの意義を基礎研究的にさらに明確化し、それを実現したら人々に届くようなかたちにつなげていきたいのです。

私は基礎研究を手掛ける研究者として、基礎研究は「種」をつくり出すところであると考えており、その「種」をつくり出す意義や重要性は理解しています。ところが、それだけでは技術を「世に出す」のは難しい。CIMのように、量子光学、フォトンクス、計算機科学、ソフトウェアなどさまざまな分野にまたがる技術ではなおさらです。L推Pでの活動を通して、フェーズや技術分野ごとにさまざまな能力、才能を持った研究者が結集して社会的にも学術的にも意義のある研究成果を生み出すことができる、と実感しています。

これらの成果は学術的にも社会的にも大きなインパクトがありそうですね。

今回、報告した成果の学術的意義と社会的意義は重なる

ところもありますが、基本的にはこのような光のアナログ性や非線形性、そして量子性を使った情報処理の実現、多様化へ貢献したいと考えています。また、まだ実現は先になると思いますが、DOPOを用いたスパイクングニューロンは、可塑性のあるニューロン・シミュレータとして、人間の脳の機能や情報処理に関する仮説を検証するために使われることを目標としています⁽⁴⁾。さらに、私たちは光子を用いて量子力学的に安全な高速乱数生成に世界で初めて成功しましたが、これによりQRNGの実応用を大きく前進させることができたと考えています。

さて、私は2020年の10月より物性研の量子科学イノベーション研究部(量子部)の部長も兼務しており、量子部では量子コンピュータの研究も積極的に行っています。CIMと量子コンピュータとの関連性を質問されることが多いのですが、その原理や研究アプローチが大きく異なります。いわゆる量子コンピュータは、まず理論的にその究極的性能が保証された量子計算アルゴリズムがあり、それを実験で実現していこうという試みととらえています。一方CIMは、ある種の計算に使えるそうであることが経験的・実験的に分かっている物理系がすでに構築されている一方、その理論的な理解はまだ発展途上です。量子コンピュータは現在大きな期待を受けている分野であり、今後社会にとって重要な技術として進展していくと思われませんが、CIMのような相補的なアプローチの研究も並行して行うことで、量子技術の多様な発展に寄与できるのではと考えています。



分からないことの数に比べて、研究者の数は足りていない

研究者として買ってこられた姿勢や価値観を教えてくださいませんか。

基本的には「青い海」、先人にあまり手が付けられていないゾーンをめざしてきました。世の中には分からないことが数多く存在しますが、その課題とされていることの数と比較して研究者の数は圧倒的に不足しているのではないかと考えています。言い換えれば、注意深く見渡せば、まだあまり開拓されていない研究領域はたくさんあ

る、ということでしょうか。その視点から、すでに研究分野が確立されているところにいるより、他の未開の分野に臨んだほうが活躍の場が広がるのでは、と思うからです。

興味を持ったテーマの中で、どれに臨むかを決める際は、いろいろ考えるのですが、最終的には自分にとって面白いかどうかで決めています。最初に「これは社会貢献につながる」という考えが浮かぶわけではなく、「これは面白い」と直感的に感じたところに目を向け、そこで研究している中でその意義が浮かんできた、というのが正直なところです。CIMもそうでした。

さて、過去に非常に印象に残っているグループミーティングがありました。CIMの基本技術である多数のDOPOパルスの発生を、1 kmの光ファイバ中の非線形光学効果で実現したことを報告したときのことで、これはNTTにおけるCIMに関する最初のプレゼンで、実験結果の議論だけにとどまらず、CIMの概念自体に対する厳しい質問がグループの理論研究者から容赦なくなされたことを覚えています。新しい方向性で面白い実験結果が出て意気揚々と臨んだプレゼンだったのですが、想定外の厳しい反応に、直後にはさすがにがっかりしました。しかし、このときいただいた質問、コメントの多くは今考えても本質的に重要なもので、その後CIMの研究を続けていくうえで大きなヒントになっています。また、この散々な発表を見ていたにもかかわらず、しばらく後に「この研究をやってみよう」と言ってくれた同僚がいたことにも驚き、勇気づけられました。考えてみれば、CIMが「確立された研究分野」でなかったことが、このような多様で有意義なレスポンスにつながったのかもしれない。

今後は研究活動にどのような姿勢で臨まれますか。

キャリアを重ねてきて、自分の追究していることが世の中に良い影響を与えることができるかを考える年代になりました。入社当時は、「まずは1本の英語の論文、国際会議発表」が目標でしたが、それらが達成されるにつれ、同じ分野の研究者に影響を与えるような学術論文を書きたいなど、少しずつ何らかのかたちで貢献できたら嬉しい、と考えるようになりました。その貢献は誰にに対し、どのよう

なレベルのものになるかは分かりませんが、今は自分たちの研究で、できれば直接的に人や社会の役に立つことができないうか、と思っています。

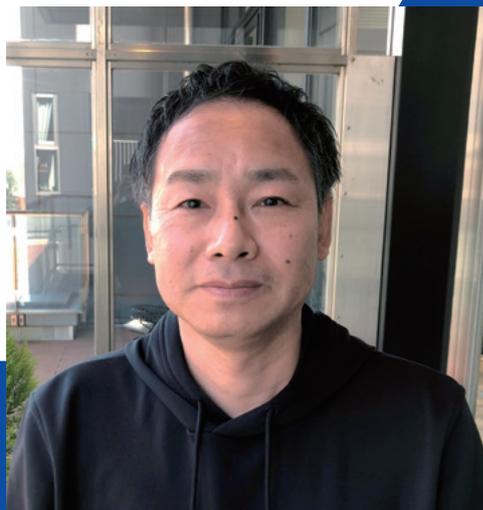
NTTに入社以来、若手研究者のつもりでずっと過ごしてきましたが、その私も50歳になりました。入社してから私は大きく分けて4つのテーマに携わってきました。現在の研究はとても充実していますし、面白いのですが、研究者としてさらに先に進むために、そろそろ5番目のテーマも探す時期ではないかと感じています。最近、グループ内の雑談で、数理論科学分野の第一人者である甘利俊一先生は86歳になられる現在でも第一著者 (first author) として論文を発表されていると知り、「凄いね」と話題になりました。私も先生を見習って、でき得る限り研究者であり続けたいです。私なりの研究でこれからも貢献し続けることを目標にしていきたいと思います。

その一方、上席特別研究員として、また量子部の部長として、後輩の研究者の皆さんが活躍できるようにすることも、自分の使命であると考えています。自分自身を振り返っても、研究人生の途中で迷いながらも、周囲の人に助けられて「思い切って踏み出した」瞬間がいくつかありました。若い研究者の皆さんには是非、自分たちの「青い海」を見つけてほしい。私はその挑戦を後押ししたいと思います。

■参考文献

- (1) R. Hamerly, T. Inagaki, P. L. McMahon, D. Venturelli, A. Marandi, T. Onodera, E. Ng, C. Langrock, K. Inaba, T. Honjo, K. Enbutsu, T. Umeki, R. Kasahara, S. Utsunomiya, S. Kako, K. Kawarabayashi, R. L. Byer, M. M. Fejer, H. Mabuchi, D. Englund, E. Rieffel, H. Takesue, and Y. Yamamoto : “Experimental investigation of performance differences between coherent Ising machines and a quantum annealer,” Science Advances, Vol. 5, No. 5, eaau0823, 2019.
- (2) T. Honjo, T. Sonobe, K. Inaba, T. Inagaki, T. Ikuta, Y. Yamada, T. Kazama, K. Enbutsu, T. Umeki, R. Kasahara, K. Kawarabayashi, and H. Takesue : “100,000-spin coherent Ising machine,” Science Advances, Vol. 7, No. 40, eabh0952, 2021.
- (3) Y. B. Zhang, H. Lo, A. Mink, T. Ikuta, T. Honjo, H. Takesue, and W. J. Munro : “A simple low-latency real-time certifiable quantum random number generator,” Nature Communications, Vol. 12, 1056, 2021.
- (4) T. Inagaki, K. Inaba, T. Leleu, T. Honjo, T. Ikuta, K. Enbutsu, T. Umeki, R. Kasahara, K. Aihara, and H. Takesue : “Collective and synchronous dynamics of photonic spiking neurons,” Nature Communications, Vol.12 , 2325, 2021.

挑戦する 研究開発者たち CHALLENGERS



鈴木繁成

NTTコミュニケーションズ
イノベーションセンター テクノロジー部門
トランスポートSDNプロジェクト
担当課長

ミッションは、高品質、 高アジリティ、 低コストな伝送ネット ワークの実現

世界のデータ通信量は2010年から2025年で90倍になると推計され、通信容量の限界が訪れるといわれています。こうしたデータを日本全国、そして世界中に届ける伝送ネットワークを高度化するとともに、IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) のAPN (All Photonics Network) に変革することで限界突破に挑む、NTTコミュニケーションズ イノベーションセンター テクノロジー部門の鈴木繁成担当課長に、APNの実現に向けたトランスポートSDNとWhitebox & Disaggregationの概要と研究開発に従事する喜びについて伺いました。



トランスポートSDNとWhitebox & Disaggregationで高品質、アジリティ向上、コスト削減をめざす

現在、手掛けている研究開発の概要を教えてください。

私が担当しているのは大きく2つ、トランスポートSDN (Software Designed Network) とWhitebox & Disaggregationです。私たちがインターネット等でさまざまな情報を定められた宛先に届けるために、ルータやスイッチ等のネットワークの装置があります。宛先ごとに

振り分けられた情報は、同じ方面ごとに集約され光ファイバを通して対地に届けられ、分離されることで宛先に情報が届きます。このたくさんの情報を集約・長距離伝送・分離するのが伝送装置です。この伝送装置を使ってネットワークを構築・制御・保守するためのオペレーションをソフトウェアにより行う。また、現在使用している伝送装置がキャパシティ面で十分かをチェックしタイムリーに設備投資できるように予測することをソフトウェアにより行う等、関連の全業務プロセスをソフトウェアにより自動化、高速化することで伝送ネットワークのオペレーションをより良くしていくことをトランスポートSDNでは目標にし

ています (図1)。

一方、伝送装置そのものも、これまでハードウェア・ソフトウェア一体型、かつネットワーク内で対向する装置も同じメーカー製が必須であったものを、2018年にメーカーを問わないマルチベンダ化が可能なOpen Line Systemを導入し (Disaggregation)、さらに現在では、伝送装置そのものも、構造、動作原理および仕様等が共通化・公開されたハードウェア (Whitebox) と、その上で動くNOS (Network Operating System) に分離し、それぞれ自由に組み合わせて使用する仕組みについて技術開発を行っています。これがWhitebox & Disaggregationであり (図2)、IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) のAPN (All Photonics Network) を構成する技術の1つになると考えています。NTTコミュニケーションズ (NTT Com) では、テレコムインフラのオープン化コミュニティであるTIP (Telecom Infra Project) のOOPT (Open Optical & Packet Transport) プロジェクトグループに参画し、Whitebox & Disaggregationの技術開発を進めています。

この2つの研究開発の事業上のメリットをお聞かせいただけますでしょうか。

トランスポートSDNについては、伝送ネットワークのオペレーションの高品質化、開通時間の短縮、故障対応の迅速化等を図ることができ、社内のオペレーションになくしてはならない必須のものとなっています。このオペレーションがあってこそ、お客さまに安心してネットワークを使っただけいていないのではないかと考えています。

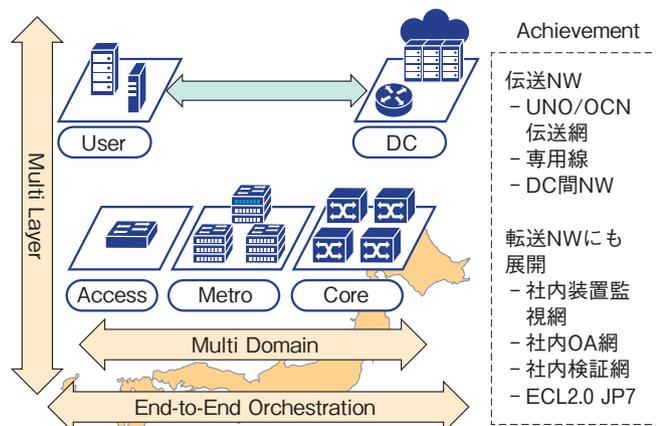
Whitebox & Disaggregationではマルチベンダ化により、機器等の調達に際しての選択肢が広がるとともに、競争が働くことでコスト削減を図ることが出来ます。また、ソフトウェアも内製化することで機能追加やトラブル発生時に迅速な対応が可能となり、サービス性も向上します。ただ、一方で従来は1つの箱であったものが、複数のコンポーネントで構成・インテグレートすることになるため、現場のオペレーションについては、品質保証はどうするのか、メーカーの数がเพิ่มด้วย切り分けが複雑になる等が懸念材料としてありますが、これは過去のシステム更改において繰り返されてきたことであり、その経験を基に検証と研修・訓練を入念に行うこと等で対応していけると考えています。それよりも、オペレーションの内製化が進み、コスト削減を含めて効率化、サービス性向上といったメリットのほうがはるかに大きいと考えています。

IOWN構想の実現に向け、一足早い課題解決に臨む

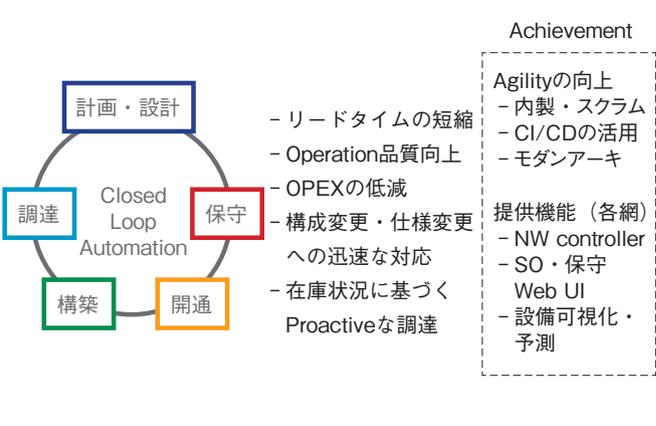
コスト削減以外に品質向上、サービス性向上、いずれもお客さまにとっては大切なことです。

TIPは、技術のトレンドであるWhitebox & Disaggregationを適用してハードウェア・ソフトウェア、オペレーションの革新をめざすコミュニティであり、MetaやNokiaをはじめ世界各国の通信関連企業500社以上が在籍し、通信関連のインフラ技術と製品開発を推進しています。NTT Comはトップランナーの1社としてTIP OOPTをけん引するとともに、私たちの研究開発をアピー

モデル指向アプローチで、マルチベンダ装置をE2Eに構成・制御



設計・構築・開通・保守の全体ライフサイクルの自動化・高度化



NW：ネットワーク

図1 トランスポートSDN



ルする場としても活用しています。毎年開催されるサミットにおいて、2018年には浦安と東京をWhiteboxによりつないだ実験に成功した事例、2019年にはストレージサービス、映像サービスといった低遅延要件のトラフィックをWhiteboxで伝送する実験に成功した事例を発表しました。現在は、事業に耐え得る機能・品質かを確認するため、ネットワークOSやデバイスを検証するフェーズに入っています。

加えて、2019年のサミットにおいては、トータルコスト、フレキシビリティ、安定性、機能性について、Whiteboxが、従来の一体型の装置であるBlackboxと同等以上になっていく必要があり、そのためにWhiteboxの開発を、多くの研究開発者とともに挑むことが大切です。検証や開発して得た知見をシェアすることが重要であると訴えました。今後もBlackboxは使われ続けると考えられる中、WhiteboxもBlackboxも、コストを含めてお互いに競い合う中で、お客さまに良いサービスを提供するためのツ-

ルとなっていくことを期待しています。

8年後の実現に向けたIOWN構想にも挑んでいるそうですね。

既存技術のままでは通信量や消費電力などの面で数年後には限界が訪れてしまうことがいわれています。IOWNのAPNはこうした課題を解決し、情報通信ネットワークの飛躍的な発展をもたらすもので、私たちはその実現に向け技術開発を進めています。

APNを実現するためには、その実験や検証をする場の確保が重要になります。そこで、NTT Comのオフィス、データセンタやNTT研究所など複数拠点を光ファイバで接続したフィールド検証環境を構築し、非圧縮8K映像伝送などのユースケース検証、APNを制御するためのソフトウェア（APNコントローラ）やWhiteboxデバイスであるWhitebox Transponderの検証などをNTT研究所と連携して行っています。これにより、ビジネス導入に向けた迅速な課題の抽出・解決を図っていきたいのですが、新型コロナウイルス感染拡大の影響もあって予定よりも少し遅れています。現地に足を運んでデバイスを設置して構築するのがなかなか難しい状況にありますが、それでも、なるべくリモートで環境設定を行い検証できるようにする等、工夫をしながら挑んでいます。

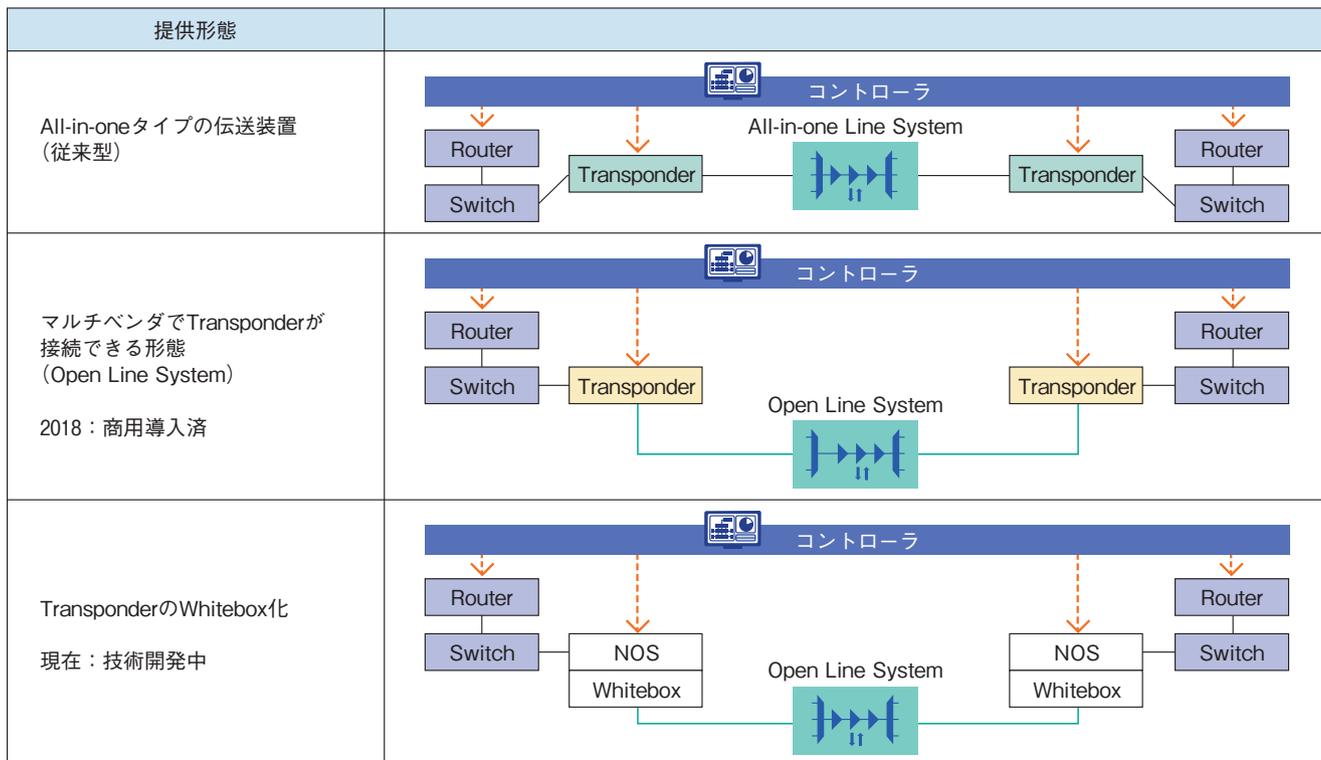


図2 Whitebox & Disaggregation



誰かと喜びを分かち合える瞬間を楽しみに

課題やテーマを探するときの心掛け、仕事をする際に大事にしていることをお聞かせください。

会社や世の中にとって「役立つ」ことと、自分自身が「良い」と思うことを一生懸命にすることです。私は入社して25年あまりが経ちましたが、最初からこう思えたわけではありません。入社当時は上司に言われたことをするだけで精一杯でした。とにかくやらなければならないと、たくさん仕事を抱えて、睡眠時間を削るほど頑張っていました。

ところが、入社して10年目あたりから、目的意識を強く持ち始めました。当時はピーク時に3000人がかかわる一大プロジェクトの基盤チームに従事しておりました。どんなプロジェクトにおいても、決断の1つひとつがチームのみならず社会にもインパクトを与えるものですが、この規模において私が下した決断は何百人、何千人というメンバに影響を及ぼすのだと自覚しました。インパクトが大きければ大きいほど、自らの目的意識を明確にし、手段も含めてより責任をもって考えるようにしなければならぬと思いました。この辺りから「私の答えは最適か」と検証するようになり、今では物事の大小にかかわらず、プロジェクトメンバを含めたステークホルダが良い仕事ができるよう努めています。

それから、周辺の領域も学んで仕事を進めていくことも大切にしています。技術的なことでいえば、プログラムを書くだけではなく、プログラムが制御するデバイスの勉強もして、プログラムを書くことが大事だと思うのです。例えば、3ミリ秒以内で回線を切り替える機能をつくるという課題があるとします。これは、ソフトウェアのみでやろうとしたりできません。ソフトウェア、デバイスも含めて全体を見極める力を備えていれば、これはソフトウェアではなくデバイス側で対応すべきだ等と判断できるのです。私たちは事業部門から提示された要件に基づきソフトウェアを開発するシーンがありますが、広い視点でシステムアーキテクチャを考案でき、会社にとって本当に必要なものは何か、機能配備は適切か、といったことを検証でき、そのうえで必要な開発を進められるチームでありたいと思っています。

さらに、一般的には、研究によって基礎的な技術が確立され、事業に向けた実用化の研究開発を経て事業導入され、それが社会で利用されるといった流れの中で社会貢献が実現します。このうち、私は事業寄りの研究開発者として、

基礎研究、実用化の研究開発、そして事業導入をつなぐ役割も担っていると自負しています。例えば、Whiteboxの開発を始めたのはNTTの研究所の方が声をかけてくれたからであり、逆に私から研究者にアプローチすることもあります。日頃から、NTT R&Dフォーラムや各種論文や技術ドキュメント等に対して、アンテナを高く張ったうえで、NTTの研究所の方との打ち合わせに臨み、課題感をお伝えし、該当する技術の有無を尋ねています。

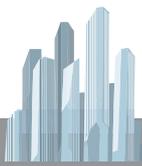
仕事をしていてどんなときに喜びを感じますか。また、今後はどのように研究開発に臨まれるでしょうか。

事業向けの開発では多くの人とかかわっているため、誰かと喜びを分かち合える瞬間が楽しいですね。最近はマネージャですから、現場で直接開発業務にかかわる機会は減りましたが、なかなか分からなかったバグ或不具合の原因をメンバが解いたとき、そして、部下でも上司でも同僚でも、他の部署でも、他の企業でも一緒に苦労してようやくサービスができたときは本当に楽しいものです。最近では、プロジェクトのメンバが3、4年かけて開発してきたソフトウェアが、オペレーション部門で社長表彰にエントリーされたというニュースを聞いて、皆の苦労の甲斐があったととても嬉しく思いました。

今後については、可能であれば、若いころからかかわってきた、伝送関連の装置やオペレーションシステム、ネットワーク・ソリューションの仕事を、研究開発という立場にこだわらず続けていきたいと思っています。

さらに、長距離間で、大容量化を実現する伝送ネットワークはなくてはならない技術であり、今後もなくなることはないと思いますから、これらを担う若手がどんどん育ってほしいと思います。後進には、自分が良いと思うことを信じて頑張ってもらいたいですね。それから、面白いことを思いついたらどんどんやろうとか、まず手を動かしてやってみようというチームで話しており、これは私たちの良いカルチャーですから、信じて引き続き実践していきたいと思っています。

明日のトップランナー



NTTコミュニケーション科学基礎研究所

吹上大樹 特別研究員

次世代インタラクティブメディアを実現する「視覚モデルに基づく表示映像最適化」の研究

次世代インタラクティブメディアにおいては、高品質・低遅延・省エネルギーな映像生成が必要になると予測されています。今回は、視覚モデルの構築を通じ、ヒトと環境の双方にやさしい映像生成技術の確立をめざしている吹上大樹特別研究員にお話を伺いました。

◆PROFILE：2015年 日本電信電話株式会社入社、NTTコミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部 感覚表現グループ 所属。2020年～同研究所 特別研究員。視覚科学とメディア工学の2つの専門性を活かし、視覚モデルに基づく表示映像の最適化研究を行っている。



「視覚モデルに基づく表示映像最適化」とはどのようなものか

◆どのような研究を手掛けられていらっしゃるのでしょうか。

「視覚科学を用いたメディア技術研究」という表現が一番近いでしょうか。

視覚科学で解明された人間の視覚の特性を上手く利用することで、メディア表示技術の改善に役立ったり、全く新しい表示手法を考えたりする研究に取り組んでいます。ここでいう視覚科学は、大雑把にいうと目に入った情報が脳内でどのように処理され、主観的な知覚体験につながるのかを解き明かす学問領域です。

この視覚科学をメディア技術に応用する場合、任意の画像、映像から得られる知覚体験を予測することが多くの場合に必要となります。ところが、これまでの視覚科学分野の研究では、刺激を色、形、運動などの要素に分解して、それぞれの処理について調べるアプローチが主流だったので、逆に普段私たちが目にするような自然な画像・映像の見え方を汎用的に説明できるモデルはまだありません。そのため、技術応用を考える場合には必ずといっていいほど視覚科学の未解明の課題を埋める必要が出てくるのです。

そこで私たちは、ターゲットとするメディア技術を実現するために、まずは実験を通じて視覚科学の未解明の部分埋め、その後視覚モデルを構築して表示映像を最適化するという流れで研究を行っています。「ヒトの視覚情報処理がどのように行われているか」を考え、視覚系のモデルを構築する視覚科学のサイエンス的な側面と、そのモデルをメディア表示技術に応用して最適化

し、人と環境にやさしい映像生成技術を実現する技術的な側面との双方に取り組んでいるともいえます（図1）。

◆具体的にはどのようなメディア技術を研究していらっしゃるのでしょうか。

今回は3つのメディア技術について紹介します。

■変幻灯（2015年～2019年）

「変幻灯」は私が研究所に入る以前からスタートしていたもので、プロジェクションマッピング技術により静止している物体に動きを与える技術です。ヒトが動きの情報、形の情報、色の情報をそれぞれ独立に処理し、後から統合して世界を認識しているということは、これまでの視覚科学の研究により解明されていました。それを逆に取れば面白いことができるのではないかと、ところからスタートしています。人間の錯覚を利用し、静止している物体を動いているように見せる技術で、私も初めて見たときは大変驚きました。

物体が動いているように見える錯覚を起こすには、投影パターンを実物の位置にぴったり合わせる必要があります。私は主にコンピュータビジョン分野の技術を使い、自動的に位置のキャリブレーションを行う部分などを担当しました。また、錯覚ベースの技術ですので、動かせる量には限界があります。あまり大きく動



図1 視覚モデルに基づく表示映像最適化

かそうすると「静止している物体の上に何か明らかに違うパターンが載っている」と見抜かれてしまいます。そこで、「どのくらいの動きまでなら騙せるか」を予測する「投影違和感モデル」を構築し、許容範囲内で最大の動きを自動的に与えられるような研究にも取り組みました。

本技術は見た目のインパクトや面白さもあり、さまざまな分野で商用化されています。例えば店頭のPOPに動きをつけたり、アート作品に応用されたりしています。

■Hidden Stereo (2016年～2017年)

「Hidden Stereo」は、3Dテレビに関する技術です。専用のメガネをかけると映像が立体的に見える3Dテレビでは、メガネをかけていない状態ではぼやけた映像しか見ることができません。そこで、人間が奥行きを知覚する仕組みに基づき、メガネなしでもくっきりとした映像を見ることが出来るステレオ映像生成技術を開発しました(図2)。

ヒトが奥行きを知覚する際には、左右の網膜の映像を方位、細かさ・粗さなどの要素に分解したうえで、対応する要素間の位相差を視差として検出することで奥行きを知覚するようなメカニ

ズムが動いていることが知られています。そこで、この視差検出メカニズムに基づいてヒトが奥行きを感じられる必要最低限の誘導パターンを作成し、元映像にそのパターンを足すことで左目用の映像を、引くことで右目用の映像をつくり出します。メガネをかけているときには左目には左目用、右目には右目用の映像が届くため立体に見えますが、メガネをかけていないときには左目用のプラスパターンと右目用のマイナスパターンが打ち消し合うことで元映像だけが残るため、くっきりとした映像を見ることが出来るわけです。

本研究はもともと前述の「変幻灯」に奥行きを付けられないか、というところからスタートした研究です。「変幻灯」がパターンをプラスすることで動きを与えるのに対し、「Hidden Stereo」ではパターンをプラスすることで奥行きを与えるという類似点があります。

■視認性に基づく直感的な画像ブレンディング (2020年～2021年)

「視認性に基づく直感的な画像ブレンディング」は直近の研究です。

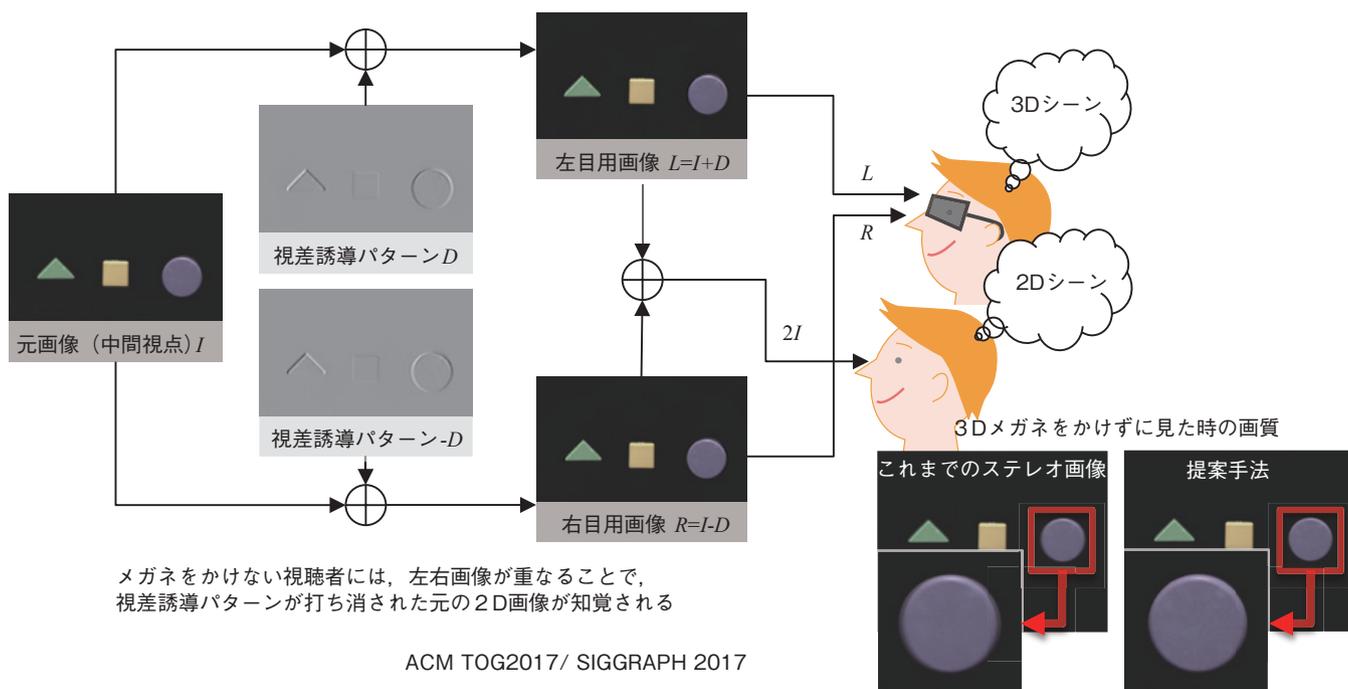


図2 Hidden Stereo



半透明の映像どうしを重ね合わせて情緒的なシーンを演出したり、AR (Augmented Reality: 拡張現実)、VR (Virtual Reality: 仮想現実) などで現実の景色が隠れないよう半透明の情報を重ねたりなど、半透明の画像をブレンドして表示するという技術には需要があります。

このように画像をブレンドする場合には透過度を設定する必要がありますが、例えば透過度を同一の0.5に設定した場合でも、組み合わせる画像によって見た目の視認性が全く異なってしまうという問題が生じます。物理的に透過度を設定して合成するだけではなかなか意図した結果が得られないのです。

これまでも画像の色や粗さなど、個々の要素での視認性を予測するモデルはありましたが、実際の自然画像の視認性を予測するには、それらをどのように統合すればよいのかという点は解明されていませんでした。そこで本研究では、膨大な数の自然画像を使用してそれらをブレンドしたときの視認性を計測することで、視認性を正しく予測できる「視認性予測モデル」を構築し、それにより自動的に最適な透過度を設定する技術の開発に取り組んでいます。

視覚科学への貢献と映像生成技術の確立の両方をめざす

◆今後の研究の方向性について教えてください。

これまでは視覚科学のうち低次の、いわば視覚系の入り口に近い部分のモデルをメディア工学へ応用することに注力してきました。この分野でもまだやれることは多々ありますが、どのようなことが可能であるかはだいたい把握できたという手ごたえを感じています。

そこで今後は、もう少し高次の情報処理のモデル化に挑戦し、よりアグレッシブな最適化を図っていきたくて考えています。例えば、これまでの研究では基本的に視野の真ん中、いわゆる「中心窩」付近での見え方を予測していましたが、今後はその外側にある「周辺視野」での見え方の予測にも取り組みたいと思います。実は、人間の視野の大部分は周辺視野で構成されています。しかも周辺視野の情報処理の仕方は、中心視野の情報処理の仕方はかなり異なっています。そこをきちんとモデル化できるとさらにいろいろなことが実現できるのではないかと期待しています。

◆最終的な目標について教えてください。

今回紹介した3つの技術は細かい点では異なりますが、最終的にめざすところは同じです。2つの軸の目標があり、1番目は視覚科学への貢献です。技術応用を視野に入れ、多様な画像・映

像を刺激として扱う中で、これまでは見逃されてきた重要な視覚機能の発見につながるかもしれません。

そして2番目はテクノロジーへの貢献です。メディア工学分野での技術的課題の解決をめざします。これまでのディスプレイでの表示と比べると、ARやVRといった次世代のインタラクティブメディアでは要求される情報の量や質が格段に増えるため、今後はヒトの特性を考慮していかにコストを賢く分配するかが重要になってくると考えられます。構築した視覚モデルに基づき、ヒトにとって自然に感じられるために必要な本質的な情報を見極め、不要な情報を削ぎ落とすことができれば、高品質・低遅延・省エネルギーな「ヒトと環境にやさしい」映像生成を実現できるでしょう。

◆将来のビジネスパートナー様や若手研究者に向けてメッセージをお願いいたします。

NTTコミュニケーション科学基礎研究所は、非常に広い範囲で基礎研究を手掛けている研究所だといえます。私の知る範囲だけでも、脳神経科学からコンピュータビジョン、音声認識、信号処理、情報処理の基礎となる理論数学まで、さまざまな研究が行われています。長年にわたりビジネス的な応用に軸足を置かない基礎研究を行ってきたことは、企業の研究所としては異例であり、NTTの大きな強みではないかと思えます。また、大学や研究機関のように研究の自由度は高い一方で、予算的な制約も少ないです。この環境を活かし、広い視野と自由な発想で研究に取り組みながら、将来の社会の役に立つ技術の種を生み出していきたいと思えます。

研究者をめざしている方で、もしここで挙げたような研究内容に興味があれば、是非チームに加わって一緒に取り組んでもらいたいです。学生の間に自身の研究に打ち込んで、誰にも負けられないようなスキルや知識を身につけることができれば、存分に活躍してもらえる環境がNTTには整っていると思えます。また、自身の好奇心をもっとも刺激する対象を見つけておくことも重要かもしれません。研究の大部分は地道な作業の積み重ねで、しかも上手いかならないことも多いので、そうしたときに研究を進める原動力となるのは、やはり好奇心だと思うからです。私自身も研究者としてはまだまだ発達途上で、自信を失くすことも多いですが、学生時代から人間がどのように視覚的に世界を認識しているのかについて強い関心を持っていて、この問題に対する好奇心が日々研究を進める原動力になっています。

code Takt

新しい独自の「メソッド」により、 「学びの変革」にチャレンジ

コードタクトは、学校教育や企業の人材育成を支援するクラウドサービスを提供している。オンラインが徐々に浸透しつつある教育の世界において、自社ソフトウェアの開発と新たな独自「メソッド」により、「学びの変革」にチャレンジする思いを後藤正樹社長に伺った。



コードタクト 後藤正樹社長

◆ 自社開発プロダクト「スクールタクト」 「teamTakt」でブルーオーシャンへ船出

◆ 設立の背景と目的、事業概要について教えてください。

コードタクトは、2015年1月にEdTech（Education × Technology）の会社として設立されました。もともと既存の一斉授業や学びのあり方に課題を感じており、私自身の講師経験を反映させたソフトウェアによって学校や学びを変革したいと、独立行政法人 情報処理推進機構（IPA）が掲げた「未踏人材プロジェクト」にプロジェクトを提案し、2010年に採択されたことがきっかけです。ソフトウェア開発や検証を行っていく中で、総務省による先導的教育システム実証事業にNTTコミュニケーションズ（NTT Com）の配下で参画することが決定し、それに先立ち法人化し、同時に授業支援クラウド「スクールタクト」の販売も開始しました。なお、社名やプロダクト名、ロゴの一部にある「タクト（Takt）」は、私自身がプロオーケストラの指揮者をしているところに由来しています。

その後、2015年7月総務省「ICTドリームスクール実践モデル」に採択、2016年10月には「第13回日本e-Learning大賞」EdTech特別部門賞を、2017年4月に「第29回中小企業優秀新技術・新製品」ソフトウェア部門奨励賞受賞しました。そして2018年2月文部科学省「次世代学校支援モデル構築事業」、総務省「スマートスクール・プラットフォーム実証事業」に参画し、2019年1月内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」へ採択されました。さらに2020年1月、教育現場におけるデジ

タルトランスフォーメーション（DX）に協働して取り組み、教育領域における新たな価値創造を進めるために、DXによって教育現場を革新する「Smart Education」に取り組むNTT Comのグループ会社となりました。

コードタクトの主な事業は、「スクールタクト」「teamTakt」というサービスの提供とサポート、そして教育関連のコンサルティングです。「スクールタクト」は、タブレット端末、スマートフォン、PCなどデバイスフリーで利用できる授業支援クラウドで、GIGAスクール構想や学習指導要領など最新の教育トレンドを考慮したさまざまな機能で、先生が教えやすく生徒が学びやすい環境をつくれます。

「teamTakt」は、「スクールタクト」で蓄積された知見を、企業の研修向けにカスタマイズしたものです。

◆ 「GIGAスクール構想」により、教育現場においてもオンライン授業等ICTの導入やDXが進んできていますね。

「GIGAスクール構想」とは、文部科学省が2019年12月に掲げたプランで、①1人1台端末と、高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備することで、特別な支援を必要とする子どもを含め、多様な子どもたち1人ひとりに個別最適化され、資質・能力が一層確実に育成できる教育ICT環境を実現する、②これまでの我が国の教育実践と最先端のICTのベストミックスを図り、教師・児童生徒の力を最大限に引き出すことをめざしています。この政策により、急速に学校教育の現場にもICTが導入されました。

例えば、新型コロナウイルスのため小学校でもオンライン授業が増えましたが、「スクールタクト」を使うことで

school Takt

学びとマナビが、ひびき合う。



100万ID、2,000校以上で
利用されている授業支援クラウド

team Takt



人と組織の成長を見える化する
ジョブトレーニング支援クラウド

図1 サービス概要

新たな授業スタイルが生まれ始めています。普通は、3年1組のようにクラス単位で授業は進みますが、Zoomと「スクールタクト」を併用することで、3年生合同の授業として1人の先生が授業をし、残りの先生が児童のサポートに回るということが可能になります。

Zoomで児童と口頭でのコミュニケーションを、「スクールタクト」でワークシートをリアルタイムに共有することで、学びのプロセスを可視化し、他者と共有することで学びが深まる場を提供しています。こうした学びとコミュニケーションの間を考えたアプローチは他に類をみないので、その点においてはブルーオーシャンだと思います。

◆「教育総研」で「メソッド」を開発し、 「学びの変革」への機動力に

◆学校教育の真のDXをめざしているのですね。具体的などのような「スクールタクト」の導入事例があるのでしょうか。

1人1台端末の導入が前倒しで進められたこともあり、おかげ様で「スクールタクト」は国公立問わず全国で2000以上の小学校・中学校・高校・大学、そして教育委員会や学習塾に導入いただいています。

実際の事例として、東海大学付属高輪台高等学校様では、通常の座学での授業に「スクールタクト」を活用することで、生徒の理解度をリアルタイムに把握しながらの授業進行が可能になりました。同時に、授業中の板書量が削減され、生徒はより先生の説明に集中できることで授業進度もアップし、これまでできなかったペアワークなど協働学習の時間も確保できるようになったと評価されました。

また、啓明学園初等学校様では、通常の座学での授業とオンライン授業に「スクールタクト」を活用して、児童が皆の前でのプレゼンテーションや児童どうしの意見交換を行うことで、授業参加と学び合いが活発になったとの評価をいただきました。

これらの事例は一例ではありますが、他のお客さまからも多数の同様な評価をいただいています。大切なのは、これらの評価はまさに「スクールタクト」がめざしているところでもあり、私たちにとって大きな自信となっています。

◆今後の展望についてお聞かせください。

「スクールタクト」は学校教育を意識して開発されたものですが、企業等の研修においても学校教育と同じような学びのプロセスが展開されています。そこに着目し、企業として必要となる機能を追加、カスタマイズして「teamTakt」を開発しました。このビジネスの展開を進めていきます。

また、他に同様な取り組みをしているところがない、ブルーオーシャンであるが故に、先駆者としてこの分野に関する研究も進め、実践知を学問知にまで引き上げていかなければならないと考えています。そこで、教育系の研究者や、データサイエンティスト等による「教育総研」を設立し、新しいメソッドの開発、教育学的側面からの評価等を行い、研究発表や論文発表を行っています。教育総研では、これまでの経験から、学校や企業における教育・研修プロセスでは「振り返り」に大きなポイントがあることが分かっているので、特にこの分野を重点的に研究し、新たなサービス開発や機能の追加につなげ、「学びの変革」を促進していくつもりです。

「teamTakt」と「振り返り」で企業の人材育成・研修を高付加価値化



営業部
錦織 佑さん

◆担当されている業務について教えてください。

「teamTakt」は「スクールタクト」のリアルタイム性や回答共有の機能等を活かし、オンラインでの研修（Off-JT）とOJTを効果的に実施することができるジョブトレーニング支援クラウドです。研修の場面では、研修→実践→経験→振り返りといった経験学習サイクルをリモート下で実現するメソッドや、OJTの場面における「1 on 1」に加え、ファシリテータ1名と4人のメンバで構成した少人数グループで振り返りを行い互いの関係性の質を高める「ぐるり（グループリフレクション）」といったメソッドも提供しています。私は営業として、「teamTakt」の活用方法であるこれらメソッドのコンサルティングも含め、企業への提案活動を行っています。

「teamTakt」は2020年から販売を開始しました。新入社員向けのオンライン研修から現場配属先におけるOJTまでを継続的に行うためのツールとしてNTT Comに導入いただいたのをはじめ、住友商事様の社員研修、文教センター様の組織再編をきっかけとしたチームビルディング、中尾マネジメント研究所様の経営者研修等、多くのお客さまの活用事例があります。

◆課題や注力されている点を伺えますか。

リモートワークが普及するに従い、人材育成の場がオフィスや会議室からオンラインの世界へシフトしていくことが容易に想像できます。こうした大きな育成環境の変化にどのように対応していくか、というところに課題意識を持っています。「teamTakt」はリモート環境における研修・OJTを意識した人材育成の設計を行うことができます。そのメソッドをお客さまの環境の中でうまく展開できるようコンサルティングしていくことで、リモート環境でも付加価値のある人材育成を実現できると思います。

また、リモートワークへのシフトは、集合型の研修を推進してきた企業にも影響を与えるものになっています。既存の研修内容をそのままリモートに代えるのであれば、eラーニングをビジネスモデルとしている企業との差がなくなってきました。私たちはこれまでの研修コンテンツやノウハウを最大限活かしながら「teamTakt」を連携させることで、新たな研修のビジネスモデルをつくり上げることが可能になると思っています。研修を実施して終わりではなく、職場での実践やその振り返り等をモニタリングすることにより、効果を継続的に向上させる研修をパートナーと一緒に提供していくB2B2B（or C）モデルの開拓に注力しています。すでにシェイク様・NTTデータユニバーシティと連携して、「teamTakt」による研修と実践を兼ね備えた「ハイブリッド型オンラインラーニング講座」の提供も始めています。

「teamTakt」に新たなメソッドで「学びの変革」につなげる

◆今後の展望について教えてください。

これまでの集合型の研修に代表されるような人材育成は、座学で講義を聞き、テストやグループワークで理解度や習熟度を計り、最後にアンケートを取ってフィードバックを得るというパターンが主流でした。オンライン型の研修に

"ぐるり"の振り返りから個人のトリセツ（取扱説明書）を作成
人材発掘、人材配置、人材育成、人材採用など多岐にわたり活用が可能です。

トリセツ

内省を重ねたテキストデータ

仕事上の性格等を個票として抽出

"ぐるり"での振り返り文章を分析して、個人のトリセツを作成。
経験学習サイクルを上手く回しているか、仕事上の性格診断、振り返り力の測定などが抽出されます。

※トリセツはオプションサービスとなります。

図2 「診断サービス」トリセツ概要

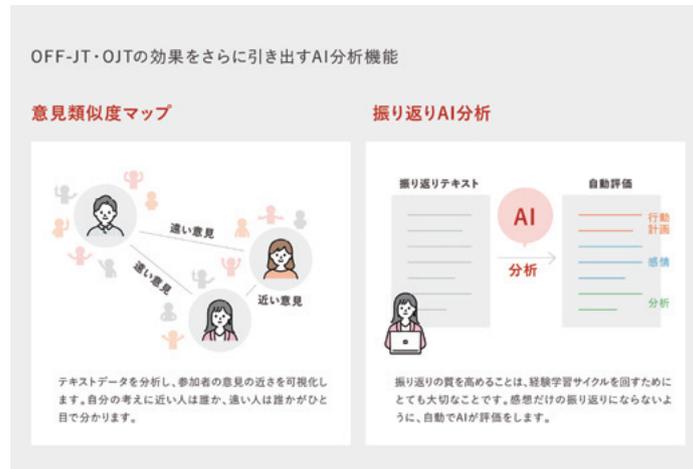


図3 AI分析機能概要

移行しても、研修の場がリアルからZoom等に代わり、コンテンツが電子化されただけで、従来の延長線上であることには変わりません。

そこに「みんなで学び合う」という「teamTakt」の機能やメソッドを取り入れることで、リモート環境下でも多様な意見・考えに触れながら学習することができます。さらに、今まであまり可視化されてこなかった振り返りや

かかわり合いを分析することで、新たな学びの場がデザインされていきます。新たな研修の可視化を実現する「teamTakt」の展開は、企業においても「学びの変革」となるに違いありません。

こうした体験をさまざまなパートナーと共有しつつ、自らもトライアンドエラーを繰り返しながら、「学びの変革」を展開していきたいと思えます。

コードタクト ア・ラ・カルト

■リモートネイティブな会社

会社設立当初からリモートワークベースの、まさにリモートネイティブな会社です。自宅で業務を行う方が多いようですが、オンライン環境であれば、どこで作業をしてもよいとのこと。日ごろからスタッフどうしはビジネスチャットを使いながら居場所なども確認し合っているようです。必要に応じて出社している人もいますが、その一方で関東圏以外に住んでいるスタッフの中には、採用が決まってから1度もオフィスに顔を出したことがないという人もいるなど、リモートネイティブならではのエピソードです。さらに、米国、台湾、インドネシアなど海外在住の日本人スタッフもいるそうです。

■「ぐるり」でコミュニケーション

「teamTakt」のメソッドを活用した、その名も「ぐるり」という社内施策があるそうです。参加は任意で、ファシリテータを含めた4人一組が、自分の行っている業務や活動、趣味、家族など各自が設定したテーマに応じて、振り返りを行う場で、1週間に1回、2カ月を1タームとして実施しているそうです。グループで行うことにより、1人では気付けなかった新たな考えを知ることができ、また一緒に働く同僚が、どういう関心を持って働いているか、どういうライフスタイルを送っているかなど、人となりが分かる点からも繰り返し参加する人も多くいるとのこと。リモート環境では社員相互のコミュニケーション不足が問題となることが多くありますが、これならばその心配もなさそうです。もしかしたら、この「ぐるり」から、新しいメソッドが考案されるかもしれません。

■ランチタイムがコミュニケーションタイムに

2021年より新たに「フォーカスランチ」というオンラインのランチ会も始めたそうです。フォーカスランチでは、毎回指名された1名のスタッフが、今興味を持っていることや、これまでの経験など、自分自身をプレゼンテーションしていきます。参加者はランチを食べながらその様子を視聴し、質問なども交えながら、コミュニケーションをとっていきます。発表内容のクオリティが回を重ねるごとに上がっており、同時にプレゼンタへの期待値も上がっているそうですが、ランチタイムに気軽にプレゼンタの人柄を知れる機会ということで、毎回30人程度が参加しているそうです。また、各プレゼンテーションは当日参加できなかった人や新しく入ってきた人のためにアーカイブ化されており、ビデオ社員録のように活用されているそうです。

IOWN構想の実現に向けたNTT西日本R&Dセンター/ IOWN推進室における研究開発の取り組み

NTT西日本は「ソーシャルICTパイオニア」として、社会を取り巻く環境変化がもたらすさまざまな課題に対し、ICTを活用して解決する先駆者として社会の発展に貢献し、地域から愛され、信頼される企業に変革し続けることをめざしています。今後はSociety 5.0をはじめ、社会の情報化がますます加速し、AI（人工知能）やIoT（Internet of Things）といった技術が今以上に生活シーンに取り入れられ、人々のライフスタイルが大きく変革していくことが想定されます。ここでは、そのような時代を見据え、NTT西日本R&Dセンター/IOWN推進室で取り組んでいる研究開発の事例について紹介します。

クラウドゲーミングエッジ

eスポーツとは、「エレクトロニック・スポーツ」の略で、広義には電子機器を用いて行う娯楽、競技、スポーツ全般を指します。近年ではeスポーツの大会で賞金を稼ぐなど、ゲームをプレイすることで生計を立てるようなプロプレイヤーが登場しています。また、2022年に開催されるアジア競技大会の正式競技種目に採用されるなど、eスポーツの注目度が高まっています。一方で、eスポーツを始める際、快適にプレイできる環境を用意しようとすると、高価なゲーミングPCを準備する必要があり、初期投資がかかることがeスポーツ普及の障壁の1つとなっています。ほかにも、ゲームが健康面に及ぼす影響が危惧されていることも課題となっています。

そこでNTT西日本では、eスポーツに興味があるエントリー層を主要ターゲットとし、気軽にeスポーツができる環境の構築と、健康増進や地域コミュニケーション機会の創出など、地域活性化に向けた活用事例の開拓に取り組んできました。具体的には、熊本の公立高校や兵庫の高齢者施設に対して、高価なゲーミングPCを必要とせず、既存の安価なPCやタブレット端末からGPU（Graphics Processing Unit）サーバに遠隔で接続することで気軽に低遅延でゲームがプレイできる環境を構築しました。この環境は、NTT西日本のネットワーク上に設置したGPUサーバでゲームの高精細な画像を高速に処理し、手元のPCに処理後の映像を転送するゲーミングエッジ技術*で実現しています。また、プレイ時のプレイデータやバイタルデータ等を一緒に取得して、ヘルスケア領域への効果検討に向けた実証実験などを実施しています（図1）。

* プレイヤー近傍のNTT西日本通信ビル内に設置したGPUサーバを活用する技術。

遠隔医療分野におけるエッジコンピューティング技術の活用

NTT西日本では、西日本エリアの各地に展開している通信ビルや通信設備を最大限活用した、よりセキュアで高品質のクラウドサービスを提供可能なエッジコンピューティング技術の検討を進めており、株式会社T-ICUとの共同により、医療現場における共同実証実験を実施しています。実証実験に協力いただいている病院からNTT西日本の閉域ネットワークを介してサーバが設置されているエッジコンピューティング拠点まで映像を転送しています。そして、エッジコンピューティング拠点のサーバ上で情報処理を行い、モニタリングセンタからの医師・看護師などによる遠隔モニタリングを実現しています（図2）。このように遠隔で患者をモニタリングすることにより、患者と医師が接触する機会を減らすことで、新型コロナウイルス感染症患者受け入れ病院等での医療従事者への感染防止策としても有効となります。また、患者の容態変化の兆候に関して、AI（人工知能）による推論が実現可能か評価を実施しています。患者の容態変化の兆候を早期に把握し、医師の駆け付けや緊急処置の必要性の判断にAI技術を活用することで、医師の業務負担を軽減し、医師不足が懸念されている昨今の医療現場において、医師の稼働削減につながると考えています。

薬物野菜におけるドローンセンシングを活用した生育状況の把握

国内農業は、農業就業人口の減少により、少数の大規模農家が多数の圃場を管理して生産を行うかたちに移行しつつあります。そして、大規模農家では、少ない労働力で効率的に広大な圃場を管理し、高品質な農作物の安定的な栽培を実現していくかが重要な課題となっています。しかし、

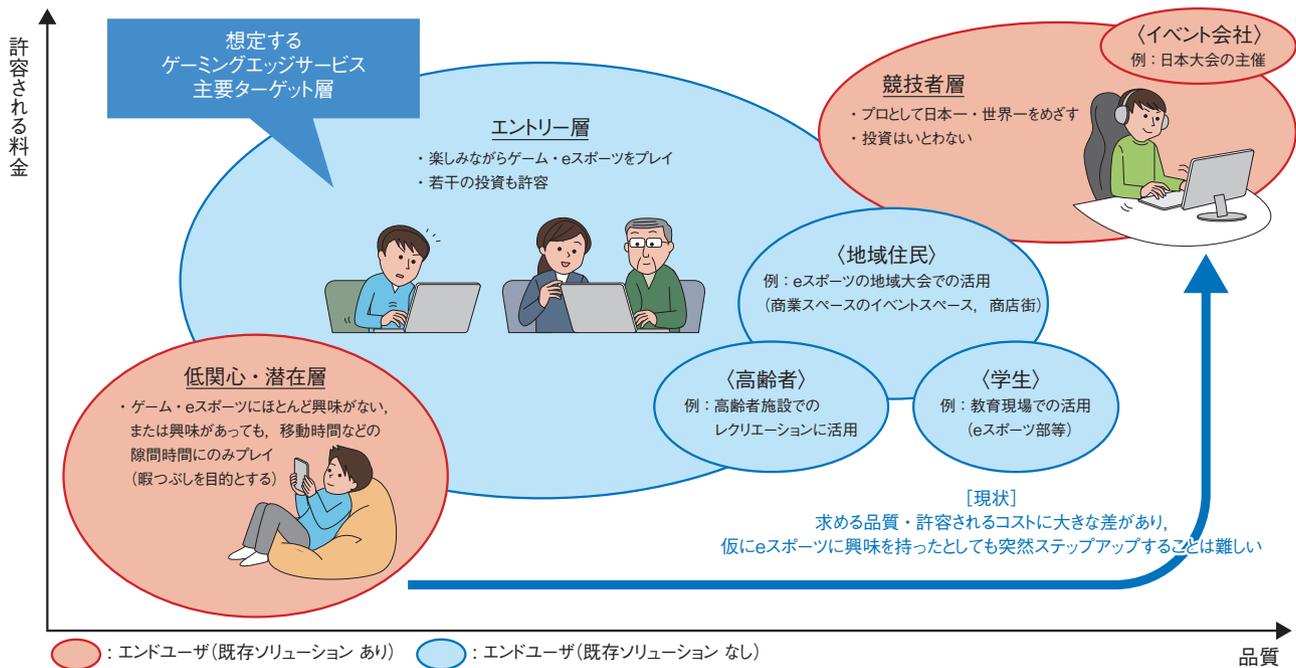


図1 クラウドゲーミングエッジ

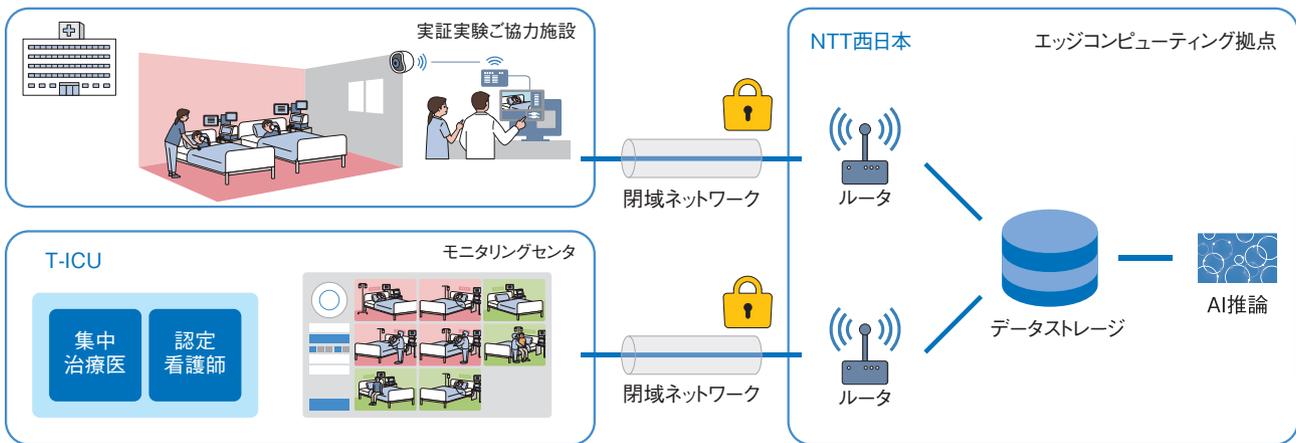


図2 遠隔医療分野におけるエッジコンピューティング技術の活用

複数の圃場からなる広大な圃場では、耕作エリアごとの条件差を踏まえた栽培管理が難しく、作物の生育状況にばらつきが生じ、安定的な生産を行うことが難しいという問題があります。そこで、NTT西日本グループでは、スマート10xにおけるスマートアグリ分野で、ドローンソリューション、クラウド基盤および愛媛大学が開発した低コストで導入できる圃場分析技術を組み合わせた農作物の育成状況を分析する仕組みを構築し、圃場の分析・評価結果に基づく施肥による、生産量と品質の安定化をめざした実証実験を実施し

ています(図3)。具体的には、圃場を廉価な汎用ドローンで空撮し、その俯瞰画像データからSPAD値と呼ばれる植物の葉の葉緑素含有量の分析を行います。葉緑素の推定濃度から生育状況を可視化し、生育状況に基づき、必要な個所に必要な量を施肥する可変施肥を行うことで、生育、品質のばらつきの抑制をめざし、収益性に優れた営農手法の確立をめざしています。

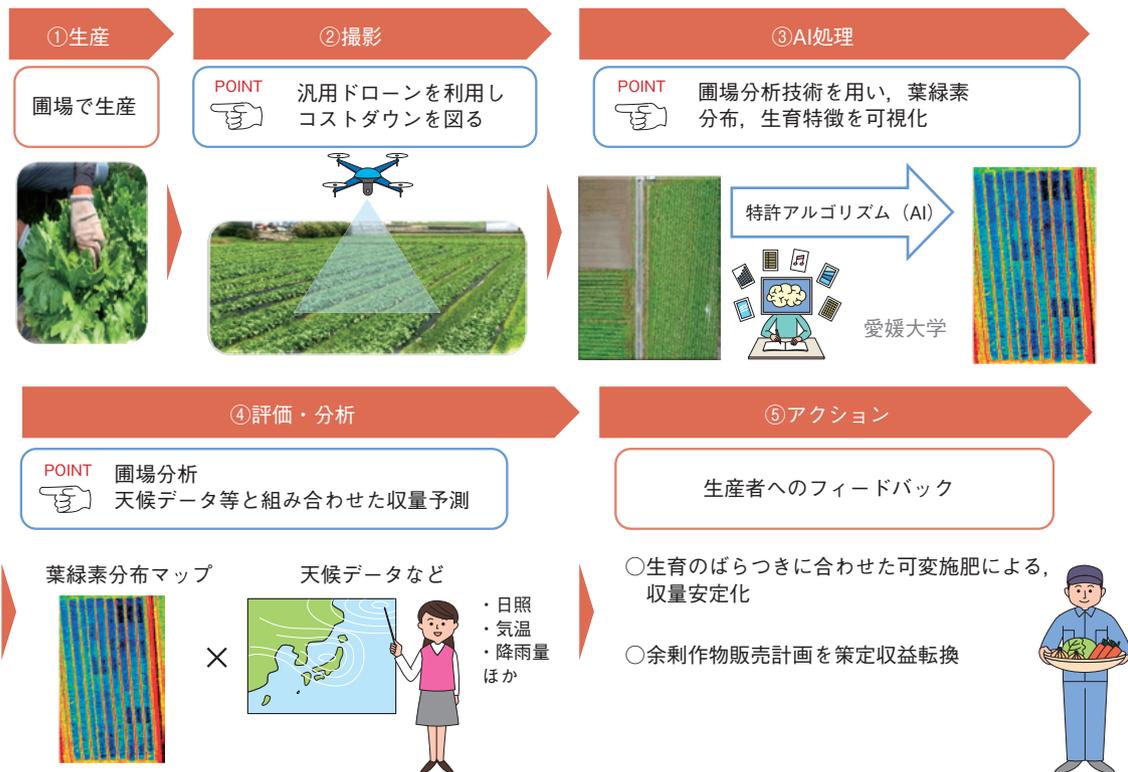


図3 葉物野菜におけるドローンセンシングを活用した生育状況の把握

セキュアなデータ流通

昨今、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会ニーズを基に製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務、プロセス等を変革し競争上の優位性を確立するデジタルトランスフォーメーション（DX）が普及しつつあります。しかし、重要なデータについては「どのようにすれば安全に活用できるのか」「何をもって安全といえるのか」といったデータを扱う際の方法や判断の難しさが、活用には慎重になっているのが現状です。また、これらのデータは重要であるがゆえに、ユーザのプライベート環境に保管されることが多く、データを活用することが困難となっています。NTT西日本は、重要なデータを扱う際の難しさを解決し、クラウド上でも安全にデータ管理・活用するシステム（セキュアなデータ流通・分析基盤）の開発に取り組んでいます。「セキュアなデータ流通・分析基盤」を実現することで、さらなるデータ活用の発展をめざしています。信頼性を担保しながら重要なデータ流通させるには、①データを安全に流通させる技術、②データを適切に加工する技術、③セキュアな環境でデータを分析する技術等を実装することが求められており、これら各技術要素の検証、評価に取り組んでいます。①は、企業間・組

織間で合意した条件に基づいてデータを相互に共有する技術です。本技術により、保存、加工、可視化等の各工程で利用するデータにおいて事前合意した条件による授受が可能となります。データ利用に向けたデータ授受を安全に行うために必要な技術要素となります。②は、個人情報を含むデータに対して匿名加工を行う技術です。データ内の一部情報を匿名加工することでデータ活用に使用可能なデータへと変換します。③は、データ提供者、分析者間で互いのデータ内容、アルゴリズムを知られることなくデータ分析を可能とする技術です。さまざまな分野のデータ収集、分析が想定される中、データ所有者、アルゴリズム所有者の安全性を高めるために必要な技術要素となります。今後、これらの各技術要素をシステムとして実装することで「セキュアなデータ流通・分析基盤」の実現をめざします。そして、本基盤の活用により、各分野のDXを加速させ社会課題の解決に貢献していきます。

◆問い合わせ先

NTT西日本
技術革新部 IOWN推進室
TEL 06-6490-1008
E-mail soukatsu-iown@west.ntt.co.jp

鉄塔塗装の早期劣化を防ぐ取り組み ——鉄塔塗装に関する技術資料の紹介

NTT東日本・西日本は、全国各地に通信用鉄塔を保有し、鉄塔鋼材の腐食を防ぐために防食塗装を行っています。塗装は、紫外線や海塩粒子などの自然環境の影響を受けて剥離などの劣化が起こるため、定期的な点検結果に基づき、塗装の塗り替えを行うことで鉄塔本体の鋼材の腐食を防ぎ、設備の健全性を維持しています。ここでは、この鉄塔塗装に関する技術資料について紹介します。

はじめに

NTTでは標準的な点検マニュアルを設置して鉄塔（図1）の定期点検を実施しており、塗膜剥離や錆の発生状況を確認することで、適切な塗り替えのタイミングを決定しています。しかし、鉄塔の塗装の塗り替えにおいて、設計や施工等の工程ごとに異なる担当者が実施するため、別工程での重要性が十分把握されておらず、一貫性のある運用が十分なされていないことから早期劣化に至るケースもみられました。このような背景から、NTT東日本技術協力センタでは、適切な塗替え工事を実施して鉄塔を長期にわたり効率良く保守していくために、鉄塔塗装に関する網羅的な技術資料の策定に取り組んできました。

鉄塔塗装の早期劣化事例

技術協力センタは、鉄塔の塗替え工事後から短期間で①塗膜剥離や②鋼材腐食が発生した特異的な事例（図2）について相談を受けています。塗替え工事後の早期劣化

は、再塗装などの工事につながります。そして、鉄塔の塗替え工事は、足場組立が必要な高所作業であるため、大規模な改修工事となり、膨大な改修コストが発生します。

鉄塔を構成する鋼材は、空気や水と接触することによって酸化して錆が発生し、金属の組成変化および減肉等を要因としてその強度が低下します。鋼材にエポキシ、ウレタン等の樹脂から成る塗料を塗布すると、錆の原因となる鋼材と空気や水との接触を遮断し、酸化劣化を防止できます。塗装による防錆は、塗装と鋼材が十分に密着していることが重要なポイントの1つです。塗装の種類や設置環境にもよりますが、5～15年で徐々に劣化して剥がれなどが生じるため再塗装が必要になります。付着力が低下した旧塗膜の上から塗装を重ね塗ると、旧塗膜と新しい塗膜がよく付着していても、旧塗膜ごと新しい塗膜が剥がれる可能性があります。上記の短期間での①塗膜剥離は、このような塗膜の不適切な重ね塗りが原因の1つとして考えられます。

また、鋼材の錆が十分に除去されずに塗装すると、塗膜の付着力が十分に発揮されず、塗膜の浮きや錆の進行につながる可能性があります。短期間での②鋼材腐食は、このような錆の除去不足が原因の1つとして考えられます。



図1 鉄塔の全景写真



図2 鉄塔の劣化事例

①塗膜の剥離事例



②塗装工事後の腐食事例



鉄塔塗装施工の各工程をつなげ、最適化する技術資料

鉄塔塗装の工程は、精密点検・設計・施工・検査・記録から構成されますが、それぞれの工程を実行する部署が異なっており、各部署で把握している工程の技術もさまざまです。前述のような早期劣化を防ぐためには、当該工程だけでなく他の工程の技術も知り、適切な塗装を実施するためのポイントをおさえることが重要です。

そこで、鉄塔の早期劣化防止に役立てるため、長年にわたる現場への技術協力を行うことで鉄塔塗装技術を蓄積してきた当センタは、各工程での現場へのヒアリングも行いながらこれらのノウハウを技術資料として網羅的に集約し策定しました。技術資料では、図3に示すような構成で、各工程の中で主要な工程について解説しています。ここでは、技術資料の内容の一部を紹介します。

技術資料の活用例

一般的に、塗装の塗り替えを行う場合、塗膜の付着性を高めることを目的として、旧塗膜や錆を除去することで鋼材表面の素地を調整します。この工程は、素地調整やケレンと呼ばれます。鋼材が早期に腐食するケースでは、前述したように、付着力の低下した旧塗膜や鋼材の

錆を除去しきらず、その上から塗装を実施することで新しい塗膜の付着力が十分ではないという場合が要因の一つとして考えられます。素地調整については、図3の技術資料の構成の中で、塗膜や鋼材の状況を精密点検(図3(a))すること、その点検結果を基に設計の工程(図3(b))において適切な素地調整グレードを決定すること、施工の工程(図3(c))において素地調整を適切に実施すること、適切に実施されたことを検査(図3(d))すること、記録(図3(e))して保管することなど、各工程での適切な対処が必要となります。

各工程の一貫性が重要となる具体例を紹介します。施工の工程(図3(c))での素地調整の作業は、方法に応じて大きく1種ケレン(ブラスト処理)から2~4種ケレン(ディスクサンダーやワイヤホイール等の電動工具処理、手工具による処理など)までの4種類があり、設計の工程(図3(b))では錆の面積や塗膜の割れ、膨れなど旧塗膜の状態からどの程度の素地調整を行うかを判断します。1種ケレンのブラスト処理による素地調整は、コストはかかりますが、進行した錆や旧塗膜をすべて除去して鋼材面を露出させ、再塗装した塗膜の密着性を高める、より緻密な表面処理が可能になります。図4には、素地調整の手法による防錆効果の違いを示しています。加速劣

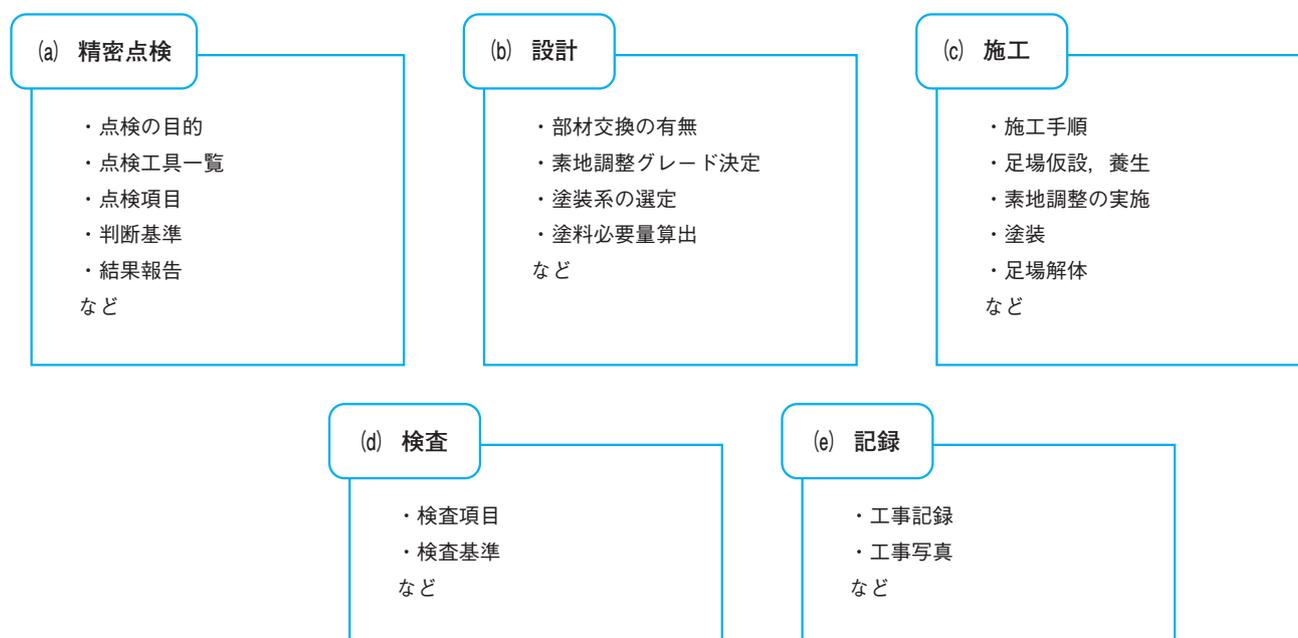


図3 技術資料の構成

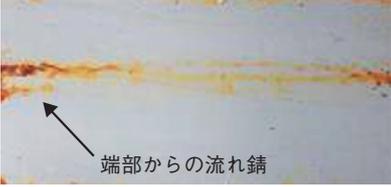
	ブラスト処理による素地調整	電動工具による素地調整
塗装前		
塗装直後		
加速劣化試験後		

図4 素地調整の手法による防錆効果の違い

化試験後（塩水噴霧試験2000時間後）で比較すると、ブラスト処理による素地調整の鋼板は端部からの流れ錆のみで十分に防錆できていますが、電動工具による素地調整の鋼板は全体に錆や塗膜の膨れが発生しており、十分に防錆できていない様子が確認できます。このように、ブラスト処理は高い防錆効果が得られますが、要するコストも増加するため、劣化の進行度によっては軽度のケレンのほうが適切となり、どのような部位に本処理を適用するか設計の工程（図3(b)）で判断することが重要です。またその判断には精密点検の工程（図3(a)）での点検確認が大きく影響します。技術資料の中では、この素地調整のグレードを細分化して解説しており、どの場合にどのグレードを選定すべきかといった情報も記載しています。

このようにNTTでは、技術資料を参考にして、他の工程も含めた技術的な情報を理解、有機的に情報を結び付けて活用することで、工事内容の適正化や早期劣化の防止に取り組んでいます。この結果、鉄塔の長寿命化やコストの低減が期待されます。なお、技術資料は、現在NTT社内限りであり、本稿より詳細な情報については非

公開とさせていただきます。

今後の展望

ここで紹介した鉄塔を含め、全国に膨大な数の通信設備があるため、その劣化要因はさまざまです。特異な劣化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や劣化の原因の究明、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、57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
 TEL 03-5480-3703
 E-mail zairyo-ml@east.ntt.co.jp