

NTT 技術ジャーナル

1 JANUARY
2025
Vol.37 No.1

IOWN INTEGRAL

NTT R&D FORUM 2024

$\int_{nw}^{ai} IOWN(x) dx = \text{Sustainable Future}$

特集

NTT R&D FORUM 2024 – IOWN INTEGRAL (前編)

新しい社会のインフラをつくり、次の時代につなぐ、 ソーシャルインフラ・イノベーション

グループ企業探訪

NTTコム チェオ

from NTTファシリティーズ

カーボンニュートラルに貢献する「次世代型データセンタ」プロジェクト

from IOWN Global Forum

IOWN Global Forum 第7回メンバミーティングと活動の報告



特集1

NTT R&D FORUM 2024 — IOWN INTEGRAL (前編)

- 4 インダストリーAIクラウドによる社会課題の解決powered by IOWN
島田 明 NTT代表取締役社長 社長執行役員
- 9 IOWN INTEGRAL
木下 真吾 NTT執行役員 研究企画部門長
- 17 「NTT R&D FORUM 2024 — IOWN INTEGRAL」開催報告



26 特集2

新しい社会のインフラをつくり、次の時代につなぐ、
ソーシャルインフラ・イノベーション

- 28 ソーシャルインフラ・イノベーション 持続可能な社会に貢献
- 31 社会要請が高まる無電柱化のスピードアップに向けた取り組み
- 35 持続可能な社会の実現に向けたシェアリングビジネスの取り組み
- 37 新たなニーズに対応した社会インフラ構築の取り組み
- 39 Smart Infra構想の社会実装を支えるプラットフォームと各種アプリケーション
- 44 電子地図シリーズ“GEOSPACE”を核とした新たな地理空間情報の付加価値サービス創造の取り組み
- 48 インフラ設備情報の空間マネジメントによる社会インフラのDX推進
- 51 主役登場 佐藤 晋也 NTTインフラネット



52 挑戦する研究者たち

山田 渉

NTTアクセスサービスシステム研究所 上席特別研究員

量子アニーリングなどの技術を電波伝搬の世界に適用した「リアルタイム無線品質推定基盤技術」を活用して周波数利用の限界突破をめざす



特集

56 挑戦する研究開発者たち

竹之内 啓太

NTTデータグループ 技術革新統括本部 A&D技術部

「プログラム合成」でソフトウェアマイグレーションの効率化を図る



For the Future

特別企画

60 明日のトップランナー

西野 正彬

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 特別研究員

「組合せ爆発」を乗り越える最先端アルゴリズム技術



挑戦する研究者たち

64 グループ企業探訪

NTTコム チェオ株式会社

「Changing The Way You Work: 企業の“働く”を変える」をスローガンに、「ビジネスイノベーションを通じた驚きと感動のCX提供」と「社会貢献」の両輪で実現



挑戦する研究開発者たち

68 from NTTファシリティーズ

カーボンニュートラルに貢献する「次世代型データセンタ」プロジェクト

明日のトップランナー

72 from IOWN Global Forum

IOWN Global Forum 第7回メンバミーティングと活動の報告

74 Webサイト オリジナル記事の紹介

2月号予定
編集後記

本誌掲載内容についてのご意見、ご要望、お問い合わせ先

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/

NTT技術ジャーナルは
Webで閲覧できます。

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





インダストリーAIクラウドによる社会課題の解決 powered by IOWN

NTT代表取締役社長
社長執行役員

島田 明 Akira Shimada



本記事は、2024年11月25～29日に開催された「NTT R&D FORUM 2024 - IOWN INTEGRAL」における、島田明NTT代表取締役社長の基調講演を基に構成したもので、インダストリーAIクラウドによる社会課題の解決に取り組み続けるNTTのR&Dについて紹介します。

AIの利活用の急増

生成AI（人工知能）の出現により、AIはかつてない勢いで利用が増加しています。例えばChatGPTは、2カ月で1億ユーザを獲得しました。これはFacebookがリリースされてから1億ユーザを獲得するのに54カ月かかっていることと比べると、これまでにないスピードでAI化が進んでいるということが分かります。

またAI市場は、2030年には2021年実績比で20倍に成長し、1.8兆ドルに達すると予測されています⁽¹⁾。私たち企業へのAI導入の進展状況は、生産性の向上を目的に、汎用的な業務には浸透してきていると思います。

2024年の総務省の調査によれば、米国では90%以上の企業がすでにAIを導入しており、日本でも60%程度の企業が導入しています⁽¹⁾。AIはDX（デジタルトランスフォーメーション）を進めるために非常に重要なツールですが、新たなサービスの創出やビジネスモデルの根本的な変革には、まだまだAIを使ったDXの成果が出ていないのが現状です。

専門的な業務へのAI適用の必要性

既存サービスの価値の高度化や新たなサービスの創出には、企業が行う、より専門性の高い業務にAIを活用していくことが必要です。しかし、専門性の高い業務は、

業界によりデータの種類や規格、法令など関連する要素が多様となっています。

例えば製造業ではCAD、ヘルスケア業界であれば電子カルテや遺伝子情報というように異なります。また、これらのデータは機密性が高く、企業が流出したくないデータとなります。そのため、流通や保護に関して厳格に取り扱いが定められていることが多いです。

医療の世界では個人や医療機関、企業がそれぞれ持つ、センシティブなデータを、セキュアな環境を構築して収集・分析しています。例えばNTTグループでは、NTTプレジジョンメディシンで遺伝子検査サービスを実施し、遺伝子情報を収集、疾患のリスクの分析などに役立てています（図1）。

また、PRIME-Rでは、リアルワールドデータの収集・蓄積や、AIを使って電子カルテデータの構造化を行い、それらのデータを分析し、医薬品など研究開発の支援をしています。さらに、NTTデータでは、Health Data Bankに従業員の健康診断情報を蓄積、さらには歩数や睡眠時間などのパーソナルなヘルスレコードを活用して、社員の健康に役立つアドバイスを行っています。

しかし、これらの取り組みはそれぞれ分野ごとにとどまっており、オーダーメイドの医療の提供や、創薬の早期化など、新たな価値を創出していくためには、個別に収集したデータや分析結果を共通のプラットフォームに蓄積し、応用していくことが必要となってきます（図2）。

例えば、希少な症例に対して創薬をしようとしたとき、その病歴を持つ治験対象の患者を効果的に特定し、製薬会社に提供する必要があります。これまでは製薬会社、もしくはそれを代行する機関が個別に医療機関に確認していました。

個別にデータを持っているだけではできなかったことが、複数のデータを組み合わせることで、業界全体の生産性の向上や、プロセスの改革につながるような価値を新たに生み出していくことができるようになります。

インダストリーAIクラウド共創

汎用的な業務はすでにAIが活用されており、効率化が進んでいますが、専門性が高い業務にもAIが活用されることで付加価値を上げていくことができるようになります。さらには企業横断で共通のプラットフォームにデータを蓄積し、AIを使っていくことで、業界としての社会課題の解決にも貢献できるようになります。

これを「インダストリーAIクラウド」と呼び、NTTはさまざまな業界のパートナーと共創する取り組みを進めていきます。次にインダストリーAIクラウド共創の事例を紹介します。

■交通事故ゼロ社会実現に向けた“モビリティAI基盤”の共創

2024年10月31日にトヨタ自動車との協業を発表し、「交通事故ゼロ社会に向けた取

- 個人，医療機関，企業がそれぞれ保有するデータの収集が個別に進み，セキュアなデータ分析環境が構築されている。
- NTTグループも，対応する取り組みを個別に進めてきた



(参考) NTTグループ対応企業/サービス



図1 ヘルスケア・メディカル領域での取り組み事例

- 次のステップとして，オーダーメイド医療や創薬の早期化などの新たな価値実現に向け，専用のAIクラウドを構築し，業務を横通しで連携するプラットフォームを構築しようとしている。

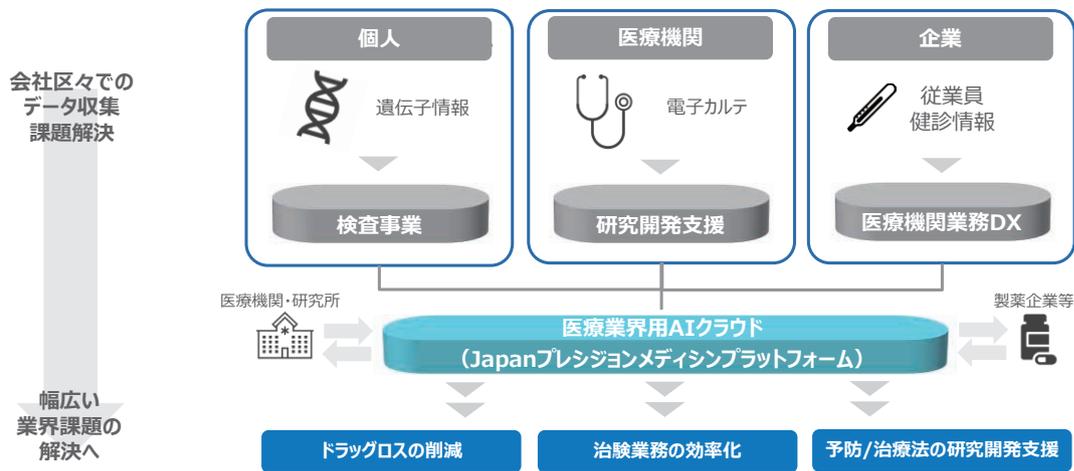


図2 医療業界での取り組み事例

り組み」を開始しました。交通事故ゼロに近づけていくには「ヒト・モビリティ・インフラ，三位一体型の協調」の取り組みが重要となり，それを支えるモビリティAI基盤を共につくっていくことをめざします。

車がヒト・インフラ・ほかの車の情報を絶えず収集することができれば，死角がどんどん減っていきます。またその情報をAI

が学習することで，ヒトや車の動きを精度高く予測した運転支援も可能となっていくと見られます。

これらにより，例えば市街地では「出会い頭の事故の防止」，高速道路では「スムーズな合流」，郊外では「移動課題にこたえる自動運転サービス」など，さまざまなシーンで安全・安心をより高度に実現していく

ことができるようになって考えています。

これを「モビリティAI基盤」と呼び，全国に展開していくことをめざしています。

モビリティAI基盤には，3つの構成要素があります。

- (1) AI基盤：業界特有のデータを学習したモビリティAI

1つはAI基盤です。収集するデータを

■ 2030年には東京都の電力需要量を超え、2050年には日本全体の電力需要量を超える恐れあり。

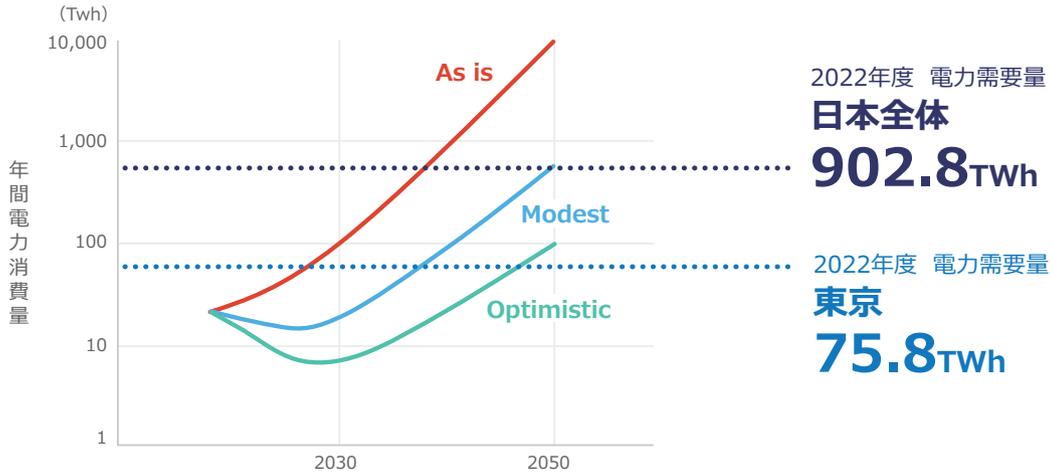


図3 日本国内のデータセンタの消費電力見通し

基にAIモデルをつくり、自動運転やAIエージェントなど、さまざまなサービスの実装、新たな価値創造につなげていきます。

(2) 分散型計算基盤：データセンタに分散型計算基盤を構築

次に分散型計算基盤です。私たちの試算では2030年に必要となる通信量は、今と比べて約22倍、計算量は約150倍になるだろうと想定しています。NTTのIOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 技術を活用してこの膨大な計算量を支えるデータセンタを日本中に分散して設置していきたいと考えています。

NTTは現在「tsuzumi」などのLLM (Large Language Models) を駆動するGPU (Graphics Processing Unit) の開発基盤を所有し、拡大していますが、このインダストリーAIクラウドの拡大によって、モビリティをはじめとした各産業に対応したGPUの開発基盤を拡張していきます。

(3) インテリジェント通信基盤：インテリジェントで高信頼な通信の実現

最後がインテリジェント通信基盤です。NTTが提供する、低遅延・大容量・低消費電力のAPN (All-Photonics Network) などを活用し、AIにより最適な通信を選択、切れ目のない通信でヒト・モビリティ・イ

ンフラを連携させて、さまざまなデータを収集できるようにします。

インテリジェント通信基盤を支えるためには多くのテクノロジーが必要になります。例えば、快適につながり続ける無線環境を実現するCradio® (クレイディオ) という技術があります。

ネットワークの品質を予測して、適切な環境制御することで、自動運転車が多数走行する環境下でも常に最適でナチュラルな通信環境を実現します。

■ 農産物取引の最適化による需給事前マッチングの実現

NTTでは農産物取引の最適化による需給のマッチング実現にも取り組んでいます。

卸売市場での取引情報などは全国的にデジタル化されておらず、多くの卸売市場において対面取引が行われています。そのため、現状は需要と供給のミスマッチが起こりやすく、輸送コストの増加や、農産物の品質低下やフードロスにもつながっています。

AIの連携により需給や配送計画をシミュレーションする仮想的卸売市場づくり、そこに集められた情報であらかじめ需要と供給が釣り合うように取引を行うことで最適化が図れるよう、現在、実証実験を行って

います。

2024年8月にNTTはAIを活用し、産業全体の効率化と最適化を図り、産業変革の実現をめざす新会社、NTT AI-CIX (AI-Cross Industry Transformation) をつくりました。

その新会社を中心に、今、スーパーマーケットなどを手掛けているトライアルと協議を始めています。まずAIを活用して棚割りの最適化、発注の自動化から始め、個別のAIを連鎖させることによって小売流通業界のサプライチェーンの全体の最適化をめざしていきたいと考えています。

サステナブルな未来社会の実現に向けて

一方、AIがさまざまな場所で活用されると、電力の消費量の問題が生じてしまいます。AIの計算基盤は大規模なデータセンタに構築されます。AI対応サーバは従来のサーバに比べて大量の電力を消費します。

日本の国内のデータセンタの電力消費量は、2030年にはデータセンタだけで2022年度の東京全体の電力需要量を超えていくといわれています (図3)。

さらに、2050年には、2022年度の日本全

- tsuzumiは商用化以降進化を続け、視覚情報の理解も可能に。さらなる性能改善を継続。

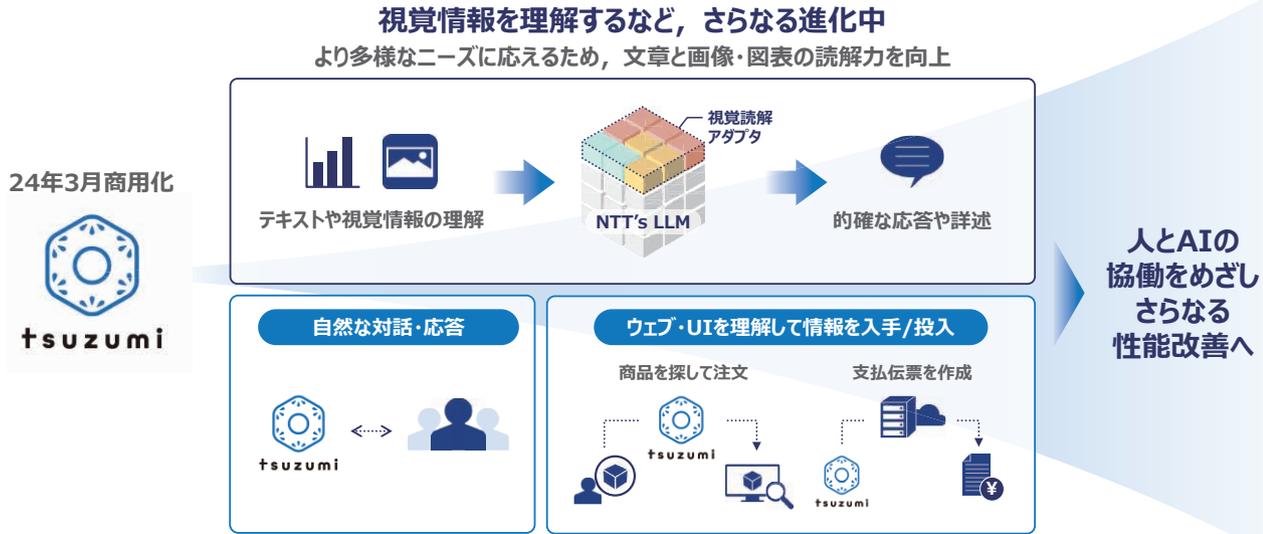
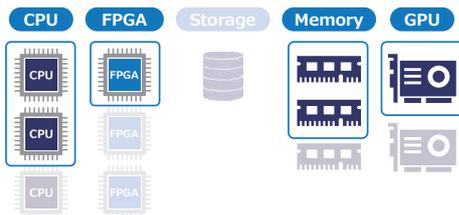


図4 tsuzumiの進化

- 2つのアプローチで、サーバーの電力消費量を削減。

ディスクアグリゲータッドコンピューティング

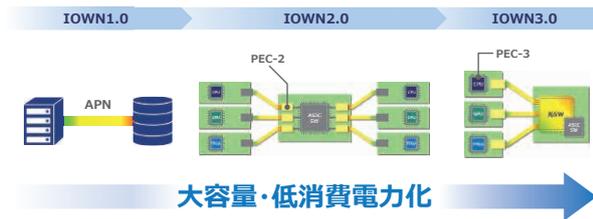
コンピューティング・リソースを最適化



- CPU、メモリなどの部品を、必要な数だけ組み合わせることで利用。
- ボード・チップ間で光で接続、電気配線で消費されていた電力を削減。
- 使わない部品の電源をOFFにして消費電力を削減。

図5 データセントリックインフラストラクチャー (DCI) による計算資源の低消費電力化

電気配線の光配線化



体の電力需要量を超えていくことになり、これに対応していくためにNTTはAI社会をサステナブルに支えるための研究開発も進めています。具体的には低消費電力で軽量のAIモデルtsuzumiと、低消費電力なコンピューティング基盤を実現する「IOWN2.0」になります。

2023年度、軽量で日本語に強い独自の言語モデルtsuzumiをリリースし、2024年3月にお客さまへの提供を開始しました。業

界で扱うデータにもよりますが、tsuzumiのような軽量のLLMのほうが適した用途もあると考えています。

tsuzumiは商用化以降、進化をどんどん遂げています。多様なニーズにおこたえするために、写真やグラフなどの情報を視覚情報として認識し、読解を行えるように準備を進めています。ただ読解力を向上するだけではなく、Webサイトや画面を理解し、人と協働して業務を代行してくれるような

研究も実施しています。

例えばtsuzumiにECサイトで商品注文するように依頼すれば、Webサイトを理解して、必要な商品を探して注文し、その後、今度は自分の社内システムにアクセスして、その支払伝票を作成することもできます(図4)。

tsuzumiの性能改善はまだまだ続いています。皆様からのご要望にも対応していきたいと思っておりますので、ぜひご期待くだ

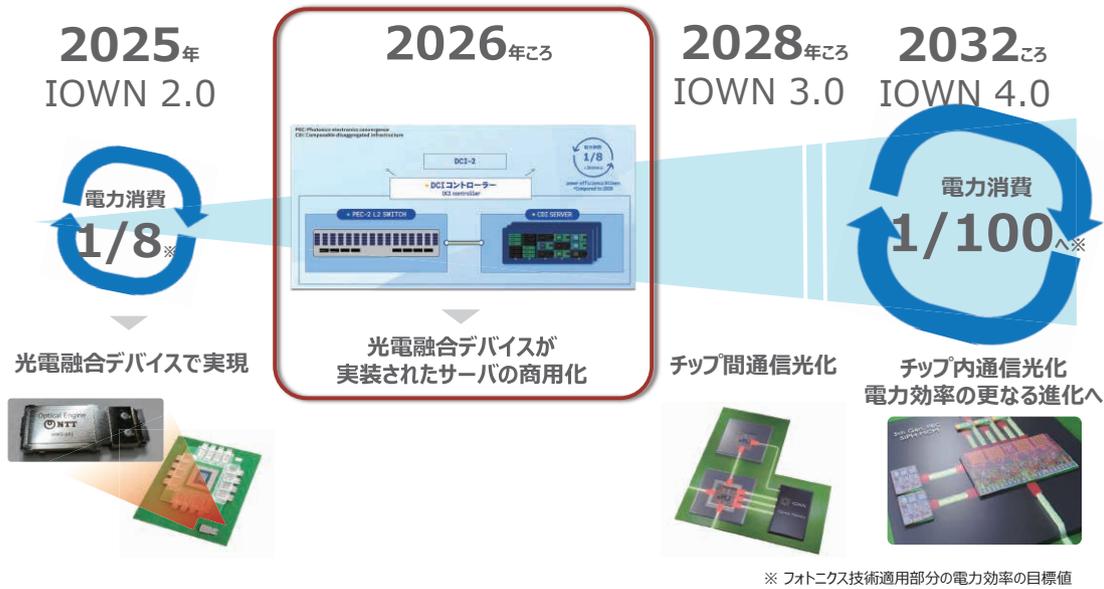


図6 IOWN構想から現実へさらにその先へ

さい。

さらに直近の情報ですが、Microsoftのモデラーサービスのラインアップに日本のLLMとしては初めてtsuzumiが採用されました。先日、米国・シカゴで開催されたMicrosoft主催のITの専門家向けカンファレンスであるIgniteで発表され、2024年11月20日より提供を開始しました。

IOWNによる低消費電力なコンピューティングの進化

2025年にはいよいよIOWN2.0が始動します。IOWN2.0以降はコンピューティングの領域に光電融合デバイスを導入してサーバやAPNの伝送装置などの電力消費を下げしていきます。

IOWN時代のコンピューティングインフラをDCI (Data Centric Infrastructure) と呼びます。DCIは2つのアプローチで電力消費を下げることができます。1つはディスプレイアグリゲータッドコンピューティングです。

サーバは1つの箱でできています。その中には部品がたくさん入っていますが、このコンピュータの中の構成部品を細分化して共用する仕組みになります。これによってCPUやメモリといった部品を必要な

け組み合わせる利用することができるようになります。また、使わない部品の電源はオフにして消費電力を下げることがもできます。一度、分解して、その部品ごとに整理をし直すような考え方となります。

もう1つは光電融合です。つまり、電気信号を扱う電子回路を光の導波路に置き換えていくことで、電気配線で消費していた電力を削減することができます (図5)。

IOWN 構想から現実へ さらにその先へ

最後にIOWN2.0において、2026年ごろの商用化をめざし開発を進めている、DCI-2を紹介します。DCI-2は計算機リソースをボード単位に細分化したCDIサーバを、光電融合デバイスを用いて光スイッチで接続し、DCIコントローラによって最適に制御することで、消費電力8分の1の実現をめざしています。

この光電融合デバイスを用いて、消費電力8分の1をめざしたサーバを、2025年4月から開幕する大阪・関西万博のNTTパビリオンにおいて実装していきたいと思えます。IOWN構想の実現への大きな一歩を踏み出し、大阪・関西万博では実際に動

くサーバをご覧になっていただきたいです。そして、2026年には商用化していきたいと思えます。

また、2028年にはチップ間の通信の光化を実現し、そして2032年以降はチップ内の通信の光化に挑戦し、最終的には消費電力100分の1をめざしていきます (図6)。

NTTはIOWNの技術をベースに、インダストリーAIクラウドを用いて、社会課題をサステナブルに解決していきます。

■参考文献

- (1) 総務省：“令和6年版 情報通信白書,” 第9節, 2024.



IOWN INTEGRAL

NTT 執行役員
研究企画部門長

木下 真吾 Shingo Kinoshita

本記事は、2024年11月25～29日に開催された「NTT R&D FORUM 2024 - IOWN INTEGRAL」における、木下真吾 NTT 研究開発部門長の基調講演を基に構成したもので、NTT 版 LLM (Large Language Model) 「tsuzumi」と IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) の実用化に向けた取り組みや実用例、今後の展開について紹介します。



NTT R&D FORUM 2024の概要

今回のタイトル「IOWN INTEGRAL」のINTEGRALには「積分」と「不可欠」という2つの意味があります。積分には、IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) がさまざまな分野に適用されて積み上がっていくように、不可欠には、IOWNが地球と人類にとって不可欠になっていくように、という想いを込めています。

今回、展示エリアは「RESEARCH (研究)」「DEVELOPMENT (開発)」「BUSINESS (ビジネス)」の3つで構成されています。

- ・ RESEARCH (研究) : NTT R&D で取り組むネットワーク、サステナビリティ、セキュリティ、バイオ、メディカル、量子などについて約50の展示をしています。
- ・ DEVELOPMENT (開発) : NTT R&D およびNTTグループ会社で取り組んでいる IOWN, 生成 AI (人工知能) 「tsuzumi」、そして宇宙にかかわる最先端の研究から実用化事例を展示しています。
- ・ BUSINESS (ビジネス) : NTT R&D およびNTTグループ会社技術の実用化事例を展示しています。

■ RESEARCH (研究) エリア おすすめ展示

- (1) Personal Sound Zone, 非侵襲グルコースセンサ
まずパーソナルサウンドゾーンのアクティ

ブノイズキャンセリング技術の紹介です。

オープンイヤ型イヤホンという、音漏れせず、耳を塞ぐことのないイヤホンを作成してきましたが、電車などの場所では周囲の騒音が聴こえてしまうことが課題でした。しかし今回の展示では、この騒音を消し、聴きたい音楽は聴こえるという「アクティブノイズキャンセリング技術」を紹介しています。

さらに、ドーム型の空間に入ると、周りの雑音を遮断するという技術も紹介しています (図1左)。

ほかにも、非侵襲グルコースセンサと呼ばれる、人体に注射針を刺さすことなく血糖値を測定する技術も紹介しており、昨年発表したものよりもさらに小型化し、かなり実用化に近づいてきています (図1右)。

- (2) 有効成分の浸透技術, 手足の「器用さ」の見える化

NTTが持つ低環境負荷電池の技術を応用し、例えば美容マスクの有効成分をイオン化することで浸透しやすくするような、有効成分の浸透促進技術や、スマートフォンを用いた手足の「器用さ」を見える化する技術も紹介しています。

- (3) 量子コンピュータ

NTTは量子コンピュータの実現にも取り組んでいます。現在の量子コンピュータの主流は超伝導方式、あるいは中性原子方式ですが、極低温で動作させる必要があり常に冷却しなければいけないため装置が大型化してしまいます。一方で、NTTがめざす量子コンピュータは、「量子ビット」と

と呼ばれる計算の基になる量子状態を光通信と同じ光パルスで実現します。私たちの方式は、光パルスを生成する装置があれば大規模な計算が可能となり、また、ほかの方式のように極低温に冷却することも不要であるため、装置規模を大きくすることもありません。この方式に、NTTが培った光通信の技術を用いて、実用的な汎用計算を可能にする大規模な量子コンピュータの実現に向けて、これまでの量子コンピュータのトレンドを加速していきたいと考えています。

■ DEVELOPMENT (開発) エリア おすすめ展示

- (1) 宇宙ビジネスブランド C89, ワイヤレスエネルギー伝送技術

2024年6月13日、宇宙ビジネス分野におけるブランド「NTT C89」が本格始動しました。

NTTグループ各社の宇宙分野における事業・サービス・研究開発などの取り組みを「星」と定義し、それぞれを有機的につなげていくことで「新たに89個目の星座をつくっていく」という想いを表しています*。

NTTグループ各社が宇宙分野における事業・サービスを有機的につなぎ、お客さまのニーズに合ったソリューションを提案することで、NTTグループ各社の宇宙領域におけるビジネス強化、およびシナジー効果創出と宇宙分野の新たな市場開拓をめ

* 現在、88の星座が国際天文学連合 (IAU) によって決められています。

Personal Sound Zone

ANC アクティブノイズキャンセリング



オープンイヤー型



ドーム型

非侵襲グルコースセンサ

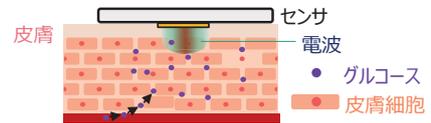


図1 研究エリアおすすめ展示

致します。

ワイヤレスエネルギー伝送技術では、例えば、月の表面においてミニカー（ローバー）を走らせるとき、太陽電池を持ってバッテリーを内蔵していれば長距離の走行が可能です。しかし、月の環境は温度差が激しく、バッテリーがうまく動作しない、あるいは影に入ると太陽電池が使えないという問題があり、月の環境下においていかにエネルギー供給をするかという課題があります。

この課題に対して、私たちは「電界表面波」を使い月面の砂の上に電磁波を通すことによって、リモート給電を行う技術を開発しました。また、観測衛星から地上までの通信形態を、従来のRF通信から光通信に変更することで、年間数100億円の収入規模のビジネスを創出します。

IOWN

■IOWNのロードマップ

まずIOWN1.0から4.0のロードマップを紹介します。

IOWN1.0はネットワーキング、すなわちデータセンタ間を完全に光化する技術です。IOWN2.0は、データセンタ内のラックに収容された機器のボード間配線の光化、IOWN3.0はチップ間配線の光化、そして

IOWN4.0はチップ内配線の光化となり、IOWNは進化していきます。

また、それぞれを実現するための構成要素技術として、APN (All-Photonics Network) はIOWN1.0の中で広帯域化、低消費電力化を進めていきます。

光電融合技術 PEC (Photonics-Electronics Convergence) は、PEC-2、PEC-3、PEC-4 とIOWNの世代とともに進化していきます。次世代コンピューティング基盤である DCI (Data Centric Infrastructure) も、光電融合技術の進化に合わせて進化します (図2)。

■ All-Photonic Connect powered by IOWN

NTT 東日本・西日本が2023年3月に APN IOWN1.0サービスを提供開始しました。加えて、帯域、エリア、インタフェースの種類の拡大・拡充を行った新しいサービスを2024年12月1日から順次提供していきます。

新サービスの特徴は 3つあります。

- ① 世界最高水準の最大800 Gbit/s 帯域保証
- ② 主要都市間の接続を実現する広域エリアでの提供
- ③ 提供構成・インタフェースの拡充と低消費電力化の実現

従来はOTU4という光のインタフェースのみを提供していましたが、企業側からの「イーサネットのインタフェースのほうが使いやすい」という意見を受け、イーサネットのインタフェースも提供します。また、お客さま拠点の終端装置を不要にすることで省スペース化し、低消費電力化（両拠点で最大940 W削減）に貢献できるようになりました。

■ IOWN APN step1, 2 for Enterprise

2024年8月29日に世界初となる日本と台湾の間を APN で接続しました。実際に台湾と台湾の間で映像をベースとしたいろいろなデモンストレーションをさせていただきました。日本と台湾は約3000 km 離れていますが、遅延時間は約17 ms でした。光ファイバの伝送遅延が15 ms といわれる中で、低遅延かつ揺らぎのない安定した通信を実現しました (図3)。さらに、日本-台湾間の APN を使い、いくつかの実験を行っています。

(1) APNによる超高速データバックアップ
例えば、大きな災害が発生したとき、日本のデータセンタにデータをバックアップするだけでなく、台湾側のデータセンタにも同時にバックアップをします。しかし、これだけ距離が離れていると転送速度が遅くなり、バックアップの時間が非常にかか

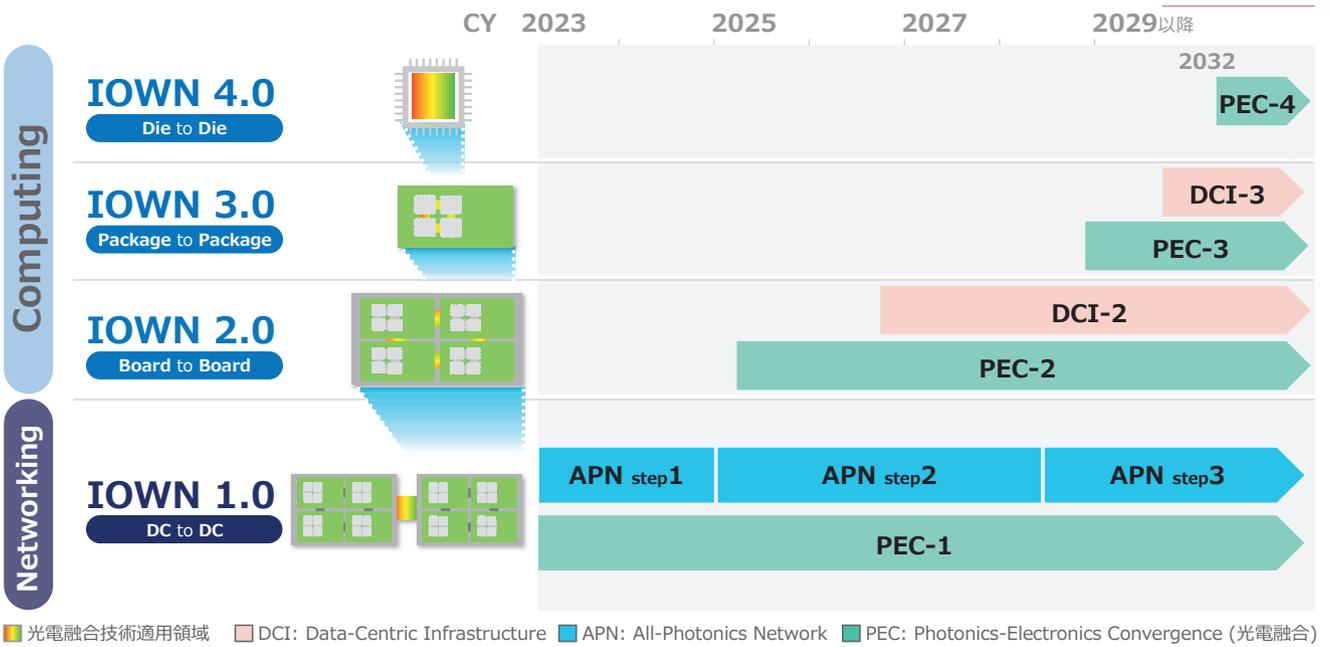


図2 IOWN ロードマップ



日本と台湾間の約3000 kmをわずか約17 msの超低遅延で接続

図3 IOWN APN step1, 2 for Enterprise

ります。しかし、APNを使うことによつて非常に高速にできるようになり、災害発生時のシステム復旧の時間を最小化するこ

とができます。

一例ですが、同じ10 Gbit/sであっても遅延時間によって実効的な転送速度は異なっ

てきます。例えば、同じ専用線に近い Interconnected WANが2.81 Gbit/sしか出ないところ、APNに使うことで倍の5

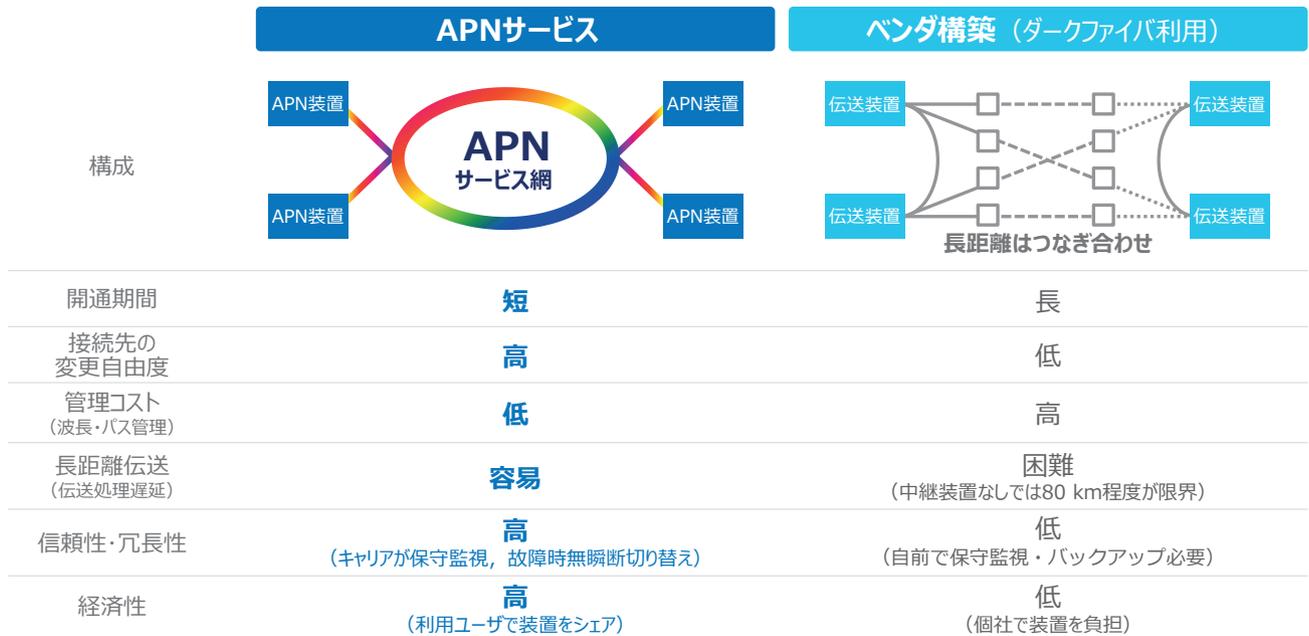


図4 IOWN APN vs ダークファイバ

Gbit/s 近く of 転送速度が出ます。これによりバックアップの時間も3分から1分に減り、非常に効率の良いバックアップが可能になります。

(2) APNによる高効率リモートプロダクション

また、現在、サッカーや野球などの番組の生放送では、大きな放送中継車の準備が必要となり、また放送中継車、試合の都度50人を超えるスタッフが長時間にわたり現地対応をしており、放送局にとって多大なリソースが必要なことから番組制作の効率化が喫緊の課題となっています。

それに対して、スタジオ・スタジアム等の現場をAPNにつないですべてのデータをクラウド上に送ります。また、クラウド上では編集のためのソフトウェアを置くことで制作拠点からリモートで編集可能とし、高品質な番組制作を従来の3分の1程度の人員リソースで制作できるようになります。

■ IOWN APN step1,2 for DCX (Digital Customer Experience)

(1) APNによる海外データセンタ間接続
海外においてもデータセンタ間のAPN接続に取り組んでいます。インドでは、2024年9月にムンバイの3カ所のデータセ

ンタの接続を行いました。また、昨年米国、英国のデータセンタ間のAPN接続の実証実験も行っています。海外においてもAPNによる分散データセンタユースケースを実現可能とし、グローバルビジネスを支援します。

(2) APNによるワット・ビット連携

政府が電力系統と通信基盤を一体的に整備する構想である、ワット・ビット連携にAPNの使用も期待しています。DCXで地域に分散したデータセンタ間をつなぎ、グリーンエネルギーの需給が大きいロケーションのDCにてコンピューティング処理を行います。これにより、グリーンエネルギーの地産地消を促進し、再生可能エネルギーの需給状況に基づくワークロード配置をダイナミックに実施することにより再生可能エネルギー利用効率の向上をめざします。

(3) APNによる分散GPU (Graphics Processing Unit) クラウド

さらに、近年話題のAI機械学習にもAPNを使うことによって、より効率化できないかと考えています。例えば、現在都心部に集中しているデータセンタの満床化に伴い、GPUクラスタ拡張が困難となっています。GPU増設したいが場所がない

場合、別のデータセンタのGPUをあたかも1つのGPUクラウドのように扱えるような、実験をしています。

今回、単一のデータセンタで行った場合と分散した場合で、どの程度性能が落ちるか実験したところ、インターネットを使用すると29倍程遅くなるのに比べ、APNを使うとわずか1.006倍しか遅くならなかったという結果が出ました。ほぼ同じデータセンタにあるかのように、データセンタを使うことができました。

■ IOWN APN vs ダークファイバ

ここで、ダークファイバでも良いのではないかという疑問も出てきたため、ダークファイバと比較しAPNの優位性を解説します。APNもすでにネットワークサービスを提供しているので、アクセス部分のみを設定となることから開通期間は短く、そして接続先の変更自由度も変えたいときにオンデマンドで変えられます。

また、管理コストも非常に低く、長距離伝送に関しても、中継機を自前で用意しなくてもAPNが補ってくれるため優れています。さらには信頼性・冗長性も高く、1つのファイバをシェアリングできるという面で経済性に関しましてもAPNのほうが

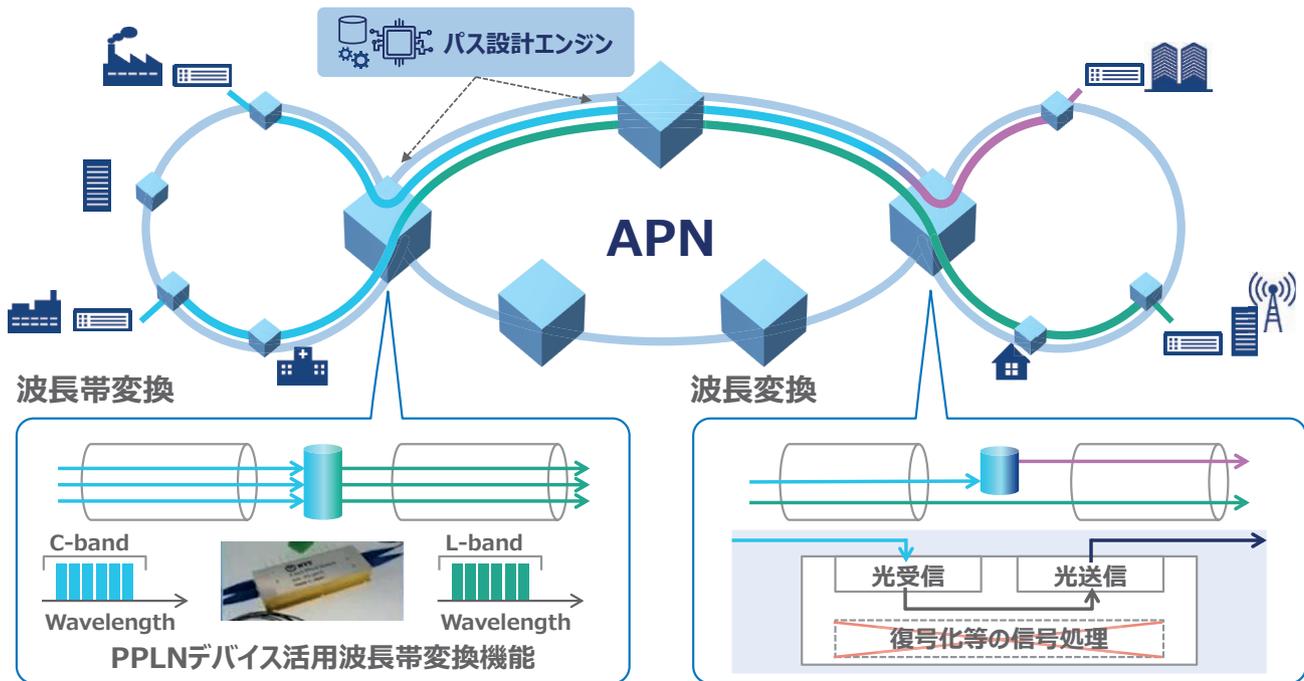


図5 IOWN APN step3 Ph-EX

高いと考えます (図4)。

■ APN step3

APN step3では伝送容量をIOWN構想発表時点より125倍と、step2から劇的に高めていきます。そして、オール光化をさらに進めることで電力効率もさらに高め、APNのさらなるエリア拡大を経済的に実現できることをめざします。

また、step3ではAPNの高度化も進め、さらなる利用拡大を図っていきます。その1つが「オンデマンドで切り替える」という機能の追加です。これを実現させるためには、波長の衝突や波長の経路の制御などを行う必要があり、そこに寄与するのが「光パス設計技術」と「波長変換・波長帯変換」の技術です。

APNで2地点を光パスでエンド・エンドに接続して低遅延、大容量なオンデマンドサービスを実現するには別の課題もあります。光ファイバによっては通すことができる光の波長帯が決まっているなどの制約があり、大容量の光パスを柔軟に制御する仕組みが必要となりますが、これを実現するシステムが「Photonic Exchange (Ph-EX)」です (図5)。

既存ネットワークに敷設されている光ファイバをそのまま使い、その光ファイバにより伝送するのに最適な波長帯に光を変換してエンド・エンド光接続を実現できるのが「波長帯変換機能」です。NTTは波長をまとめてデバイスで変換する技術を持っており、効率良く遅延なく行うことができます。さらに、波長単位で遅延なく変換できる「波長変換機能」も持ってあり、遅延時間がトータルで少なくすることができます。

■ PEC-3/PEC-4

光電融合デバイスの第3世代・第4世代についてです。2025年度はPEC-2としてボード接続に光エンジンを適用し、2028年にはPEC-3としてチップ間の接続部分を光化、2032年以降にはチップ内の光化をめざしています。

このPEC-3/PEC-4に関して、NTTではシリコンフォトリソグラフィを進化させるとともにメンブレン(薄膜)化も進化させます。IOWN PECでは、超小型の光トランシーバをパッケージ内に実装していきたいと考えており、私たちが試作したものは16チャンネルのトランシーバで1.11 mm×2.75 mmととても小型になっています。特に接変調

レーザの小型化・高速化には、いかにこのレーザを小さく作り、光を閉じ込め、発熱を防ぐか、とういうことが非常に重要になります。

しかし、従来の製法では縦積みのため活性層が厚くなり、高さが出ることで非常に発熱しやすくなります。活性層を薄くするためにNTTでは、従来の光デバイスの構造を抜本的に変え、横につくる方法を編み出し、炭化ケイ素(SiC)基板上にインジウムリン(InP)系をメンブレン化する技術でNTTの研究所は世界的にトップクラスとなっています。

■ DCI-2

最後にIOWN2.0において、2026年ごろの商用化をめざして開発を進めているDCI-2を紹介します。DCI-2は、計算機リソースをボード単位に細分化したCDIサーバを、光電融合デバイスを用いた光スイッチで接続し、DCIコントローラによって最適に制御することで、電力効率8倍の実現をめざしています。

■ IOWN Global Forumメンバー加入状況

IOWN Global Forumを2019年立ち上げ、その後順調に会員数を増やしています。

tsuzumi 7B → 13Bの精度向上

同規模世界トップクラスLLM (Llama2/3) と遜色ない精度

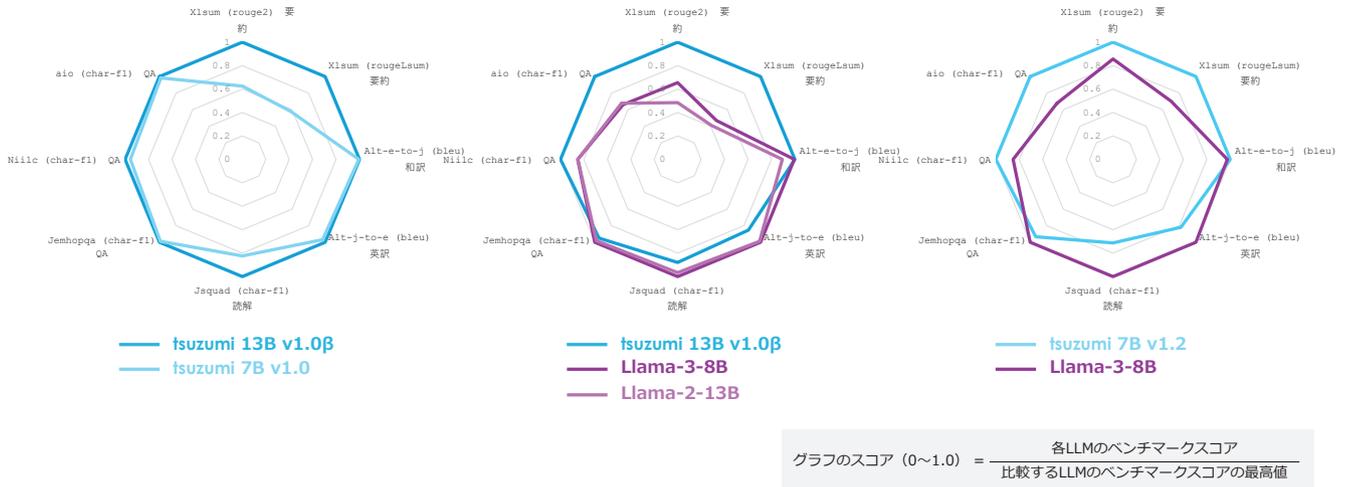


図6 tsuzumiの進化日本語の知識、生成の基礎能力に強み

現在は154団体が加入しており、最近ではGoogleにも加入いただき議論をしています。

生成AI / tsuzumi

■ tsuzumiの進化

2023年11月のtsuzumi発表以来、多数の導入の相談をいただき、1年経過してその数は900社を超えています。

またMicrosoftのModel as a Serviceのラインアップに日本のLLMと初めてtsuzumiが採用され、米国・シカゴで開催されたMicrosoft社のIgniteで発表されました。加えてSalesforceのLLMオープンコネクタにも採用され、今後実際に提供される予定です。

(1) LLMの大規模化の課題

LLMは多様なサイズのモデルが登場していますが、大規模化の方向性もみられており、学習コストが膨大となっています。例えばChatGPTが始めたころのGPT-3の学習コストは1回5億円でしたが、GPT-4やGeminiにもなると1回の学習コストは150億円から200億円になります。

加えて、消費電力も膨大であり、GPT-3規模の1回の学習に1300 MWh、原発1基分の電力がかかります。今後、GPUの買い替えなどが非常に激しくなっ

ていくことが予想され、SDGs (持続可能な開発目標) の実現に向けて環境問題について考えていく必要があります。

(2) tsuzumiの特徴

それに対して私たちは「小さく賢いLLMをつくる」ことをめざして「tsuzumi」を研究開発してきました。主な特徴は以下の5つになります。

- ① 軽量：1GPU/1CPUで動作可能
- ② カスタマイズ可能：業界・組織の専門知識を保有させやすい
- ③ マルチモーダル：言語だけではなくグラフや表の読解にも対応
- ④ 日本語に強い：性能世界トップクラス・特に日本語は強い
- ⑤ スクラッチ開発：基盤モデルを一から開発

スクラッチ開発を行う理由としては、著作権の問題、開発の自由度、経済安全保障などがあり、日本で細部まで行き届いたモデルの実現をめざして研究開発を行っています。

2023年、パラメータ数7B (Billion) のバージョン1.0を商用化に展開しましたが、現在はバージョン1.1/1.2と対応言語の増加やマルチモーダルで多言語が扱えるなどの進化をしています。さらに、ベータ版ではありますが、7Bから13Bに精度を向上させ、

同規模世界トップクラスLLM (Llama2/3) と遜色ない精度を実現しており、要約とかQ&Aの部分では、Llamaを凌ぐ性能を出しています (図6)。

■ tsuzumiの拡張

- (1) AIエージェント：ユーザの代わりにPCを操作

AIエージェントがユーザの代わりにPCを操作し、目的となるタスクを実行します。例えばユーザが、「このカタログに載っている商品Aを購入して」と指示をすると、言語モデルが商品の購入サイトを訪問し、あるいは社内の購買システムをつかって、実際の購入手続きまでを自動化する、というものです。

仕事上1つの業務が1つのページ内で完結することは稀ですが、tsuzumiを使えばチャットをするだけで必要なページが立ち上がり、投入も自動で行うことができます。さらに多数の入力フィールドに関しては、社内のマニュアルを参考にしながら、どこに何の情報を入れたら良いのか言語理解をして、実際に情報を入れていくことができます。この一連の流れを完全自動化することもできますが、途中で人間が確認することによってミスを防ぐというようにつくりにしています。

- (2) AIエージェント：人らしく自然に振

る舞うデジタルヒューマン

私たちは、従来の機械的な応答をするデジタルヒューマンだけではなく、1つの発話を必ずしも一人の話し手が完結させるのではなく、話し手と聞き手で共につくっていくという考え方に基づいた「共話」と呼ばれる、より人らしい柔らかいやり取りが可能なデジタルヒューマンの開発をめざしています。

そのために処理速度や専門性が異なる複数のLLMどうしが協力しながら、一連の会話をつくっていく新しい対話アーキテクチャの研究開発に取り組んでいます。これにより、自然なタイミングで相槌をうったり、わざとと言い淀むことで発話を生成する時間をつくったり、話し途中に割り込まれたら相手の会話を促すなど、より自然な会話のかけ合いが可能な、話しやすい・話しかけやすいデジタルヒューマンを実現します。

デジタルヒューマンにはNTTの技術をふんだんに使っており、映像認識、状況認識、音声認識の技術もすべてNTTのもです。一部、テンポの遅い思考・話題選択の部分はChatGPTを使用しています。

(3) マルチモーダル：声の特徴や内容を理解し、自然な言葉で回答

言語だけでなく、音声の内容理解、声の抑揚などの音声ならではの情報を理解・分析し、LLMの能力を拡張することが可能です。

声の高さや音の抑揚から年代、性別などを予測することから、話し手の要件の内容や緊急性の分析まで可能となっており、直接的な応用としてはコールセンタにおける通話自動振分けに利用することで、顧客の通話待ち時間を減らすなどが考えられます。将来的には入力だけでなく出力でも音声を扱えるようにし、コールセンタや実店舗でのAIオペレータ・AI自動応対の実現をめざしています。

(4) 発話単位音声要約

私たちは音声認識のリアルタイム性を維持しながら、全文要約のような読みやすさを実現する技術も開発しています。この技術により、長い会議やプレゼンテーションの内容をリアルタイムに要約することができます。会議に途中参加した場合であっても要

点を素早く把握できるようになります。また、従来の音声認識や全文要約では得られなかった情報の迅速でリアルタイムな把握を可能にし、業務の効率化や意思決定のスピードアップに貢献します。

(5) マルチモーダル：スポーツトレーナーの代わりに走り方を指導

マルチモーダルのさらなる活用として、スポーツトレーナー固有の視点や判断を、生成AIを用いて再現します。例えばランニングの場合、ただ走っているだけでスポーツトレーナーと同じ視点で走り方の重要なポイントや、お手本と自分の動きの違いを分析します。そして、スポーツトレーナーが判断するように、伝わりやすいコーチングを考え、お手本に近づくための走り方を指導してくれます。

■ tsuzumiの応用

(1) ネットワークオペレーション×生成AI
現在、ネットワークサービスの故障・品質低下によるお客さまへの影響を予防・最小化するため、自己進化型のゼロタッチオペレーション、すなわち何か故障が起きても、人が触ることなく自動で検出し、それらを分析して、措置を行う、といったものをめざしています。具体的には、オペレーション業務を構成するAI・ネットワーク技術群やその学習基盤の研究開発に生成AIを適用し、多様かつ未経験の故障も学習できるようAI・ネットワークデジタルツインによる疑似故障のシミュレーションを行います。

(2) セキュリティオペレーション×生成AI
ネットワークオペレーションだけではなく、セキュリティオペレーションにも非常に有効です。例えば社内向けにセキュリティレポートをつくるという仕事があったとき、新人が作成したレポートは、ベテランの上司が手直しすることで良いレポートに上げていました。これらのノウハウはこれまでの経験によって培われた暗黙知であり、容易に習得・継承できるものでなく、レポートの品質は属人化しているという課題があります。

しかし、NTTは今までこれらの作業を積み重ねてきたことから、大量の新人が作

成したレポートと上司が手直したレポートがあります。これらのデータをLLMに学習させることで、暗黙知を形式化させ、情報を与えただけで完璧なセキュリティレポートをつくることができます。また、データベースと連携させることによって、より社内にとって貴重なセキュリティレポートをつくることも可能になります。

■ AIコンステレーション

AIコンステレーションでは、大きくモノリシックなLLMもつくるよりも、私たちは小さい、あるいは専門性や多様性を持ったLLMを自律分散的、あるいは連携させることによって、社会課題の解決ができないかと考えています。今回AIコンステレーションのユースケースとして、地域の社会問題についてAIどうしが議論するワークショップを福岡県大牟田市で実施しました。AIが地域の事情をくみ取り、多様な視点からアイデアを出して互いに議論することで、人間のアイデアや意見が創発され、議論の活性化につながることを実証しました。

■ AIの基礎研究

生成AIが、なぜこのような動きをしているのか、不明な部分が実は多いです。例えば「英語ばかり学習しているのになぜ日本語ができるのか」など、中身を理解していかなければ生成AIの発展、コントロールが難しくなるといわれています。そこでNTT Researchでは、ハーバード大学脳科学センター(CBS)と共同で「Physics of Intelligence (知性の物理学)」という研究分野を立ち上げ、AIの内部理解の研究を始めました。

1つ代表的な研究事例として、例えば「指定の色のトカゲ(または金魚)を描いて」とプロンプトを出したとき、比較的精度の良い画像が出来上がります。しかし、指定する動物をパンダにすると、精度の良いものが出来上がるということがありません。これらの実験はAI、画像生成AIの想像力の正体について、「トカゲは想像ができてパンダは想像ができない」というこの違いを数学的に証明し、研究・発表をしています。



・トライアルHD（小売）
神明HD（農業卸）と連携協定

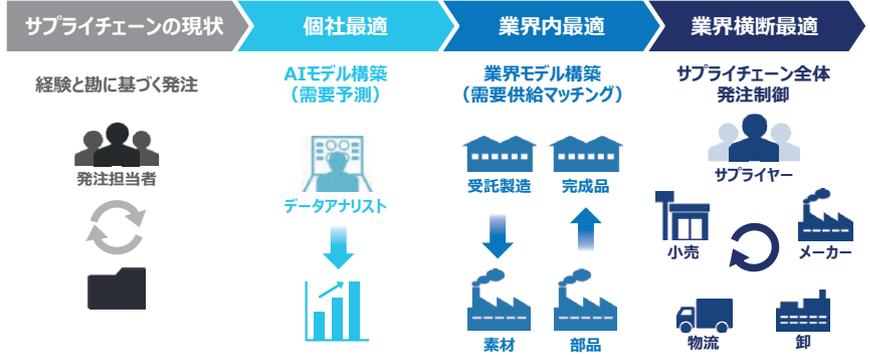


図7 研究所スピンオフ業務・業界横断で連携する「連鎖型AI」によってサプライチェーンの全体最適化

COEをめざして

「知の泉を汲んで研究し、実用化により世に恵みを具体的に提供しよう」。この言葉は、NTT研究所の初代所長 吉田五郎が研究所の設立にあたって掲げた言葉です。この言葉は私たちのDNAとして残っている言葉であり、NTTでは研究・開発・社会実装といった一連の流れを重要視しています。NTTは「研究・開発・社会実装」すべてに責任を持つ研究機関COE (Center Of Excellence) をめざし、3つのサイクルを回すことでこれを実現します。

(1) 研究

論文数ランキングにて、2017～2021年集計時には世界11位でしたが、2019～2023年集計時には世界9位となりました。近い将来、世界順位を5位まで上げたいと考えています。

一方、分野を絞ると世界で1位、2位を獲得している分野は多くあります。例えばIOWNの根幹となる光通信分野、情報セキュリティ分野、神経機能解析分野、量子計算機分野では世界でも1位、2位を達成しています。私たちはさらにこのトップクラスの分野を広げたいと考えています。

また、生成AI分野における特許出願数は世界13位で、日本では1位です。しかし、米国や中国などの特許出願数は増えており、これからも増えていくことが予想されるた

め、NTTもさらにアクセルを踏めるように頑張っていきたいと思っています。さらに、NTT Researchにおいても、2023年度110件の研究論文を発表しており、暗号分野においては世界最先端の論文の14%を占め、世界的な賞を受賞しています。

(2) 開発

開発は先ほど紹介しましたIOWNとtsuzumiをさらに加速していきます。

(3) 社会実装

2023年、研究企画部門、マーケティング部門、アライアンス部門、この3つが「研究開発マーケティング本部」のもとに連携し、単に技術オリエントだけではなく、マーケットからの視点で研究成果を世に出していくことを目的とした体制を組みました。

研究企画部門は、マーケティング部門、アライアンス部門と密に連携し、研究・開発成果を社会へ実装していきます。またスピンオフとして、1番最初に紹介しました、音漏れのないオープンイヤー型のヘッドホンを開発・販売するNTTソノリティ、さらには宇宙データセンタ構築をめざすスペースコンパス、そして陸上養殖に関するNTTグリーン&フードといった企業も立ち上げてきました。

加えて、NTTが進めているデータ・ドリブンによる新たな価値創造の中の、社会産業、DX推進、データ利活用の強化、国内でのAI事業とグローバルでのAI事業を相

互展開していく中で、AIの高度化に寄与するNTT AI-CIXという会社を設立しました(図7)。

NTT AI-CIXは、もともとR&Dの立ち位置でAIモデル開発を行ってきましたが、お客さまの業界においてどのような課題があるのか、それをいかにして解くかを両輪で回し、コンサルティングからAIモデル開発、プラットフォームサービスまでを一気通貫で提供できるようにしていきます。

おわりに

研究・開発・社会実装のサイクルを回すことによって、皆様のお役に立てるような研究開発を行えればと思っていますので、今後ともよろしく願います。

「NTT R&D FORUM 2024 - IOWN INTEGRAL」開催報告

2024年11月25～29日の5日間にわたり、「NTT R&D FORUM 2024 - IOWN INTEGRAL」を開催しました。本稿では本フォーラムにおける講演や技術展示のポイントを紹介します。

キーワード：#R&D FORUM, #IOWN, #最新技術

NTT R&D FORUM 2024の概要

光の技術を軸とした次世代情報通信基盤「IOWN (Innovative Optical and Wireless Network)」の領域はネットワークからAI (人工知能) まで着実に広がりを見せ、サステナブルな未来社会の実現に向けて進化を続けています。「NTT R&D FORUM 2024 - IOWN INTEGRAL」では、今回のテーマである「INTEGRAL」という言葉には「積分」、「不可欠」という意味があり、この2つの側面からIOWNの進化を象徴する想いを込めました。「積分」には、IOWNがさまざまな分野に適用され積み上がっていくこと、「不可欠」には、IOWNが地球と人類にとって「不可欠」になっていくということです。

最初に、KEYNOTE SPEECHとして、NTT代表取締役社長 島田明、NTT研究企画部門長 木下真吾、NTT代表取締役副社長 川添雄彦の3名が登壇しました。さらに、技術セミナーでは、「次世代のAIについて」をテーマにパネルディスカッションとして、NTT、東京大学、Sakana AI、テクノロジーメディア「WIRED」日本版から有識者が集り、AIのあるべき進化の方向性について議論され、「単一の大規模AIから、複数の専門的AIの掛け合わせへ」といった協働の重要性を確認しました。また、「光電融合技術とスーパーコンピュータの未来」をテーマに、深層学習のソフトウェア技術と計算基盤技術への探求と成果で評価を集めるPreferred Networks社代表と、NTTで光電融合デバイスを用いて社会的課題の解決をめざす研究者が、「AI時代の省電力化」を入口としてコンピューターアーキテクチャの本質まで話題が及ぶ対談が行われました。KEYNOTE SPEECH、技

術セミナーともに座席数を上回る参加者を集める活況となりました。

技術展示では、エリアを「研究」「開発」「ビジネス」の3つに分け、合計122の展示を行いました。「研究」エリアではネットワーク、UI/UX (User Interface/User Experience)、サステナビリティ、セキュリティ、バイオ・メディカル、量子と多岐にわたる49件の研究成果を披露しました。「開発」エリアではIOWNを軸に、注目を集める生成AIや宇宙関連の最新研究と実用化事例52件を展示しました。さらに「ビジネス」エリアでは、NTTグループ各社によるCX/DX、コミュニケーション&コンピューティング、セキュリティ&プライバシーによる21件の取り組みを展示し、IOWNの社会実装に向けた広がりを見せました。

NTTグループ会社からの完全招待制として開催した本フォーラムには、延べ1万9261名と、昨年度を上回る方々にご来場をいただき、IOWNがもたらす未来への期待感とともに、大盛況のうちに幕を閉じました。

本稿では「NTT R&D FORUM 2024 - IOWN INTEGRAL」の開催模様をお届けします。

KEYNOTE SPEECH

■KEYNOTE SPEECH1:「インダストリー AI クラウド による社会課題の解決 powered by IOWN」

NTT代表取締役社長 島田明によるKEYNOTE SPEECHは、生成AIの急速な普及とその影響に言及しつつ、企業におけるAI活用の現状と課題、そしてNTTが提案する新たなソリューションについて語り

NTT R&Dフォーラム事務局

ました (写真1)。

AIの導入は米国では90%以上の企業で進んでいる一方、日本ではまだ60%程度にとどまっています。また、導入している企業でも、汎用的な業務での活用が中心となっており、より専門性の高い業務への展開や、新たなサービス創出といった本質的な変革はこれからの状況です。

このような背景を踏まえ、島田社長は各業界の専門性の高い業務にAIを活用していくプラットフォームとして「インダストリー AI クラウド」構想を提案します。その具体例として、トヨタ自動車との協業による交通事故ゼロ社会の実現に向けた取り組みや、食農バリューチェーン全体の最適化に向けた農作物取引の「仮想卸売市場」創造などを紹介しました。また、2024年8月からAI技術を活用し、産業変革の実現をめざす新会社「NTT AI-CIX」を設立し、小売・流通業界におけるサプライチェーン最適化のためにスーパーマーケットを全国展開するトライアルとの協業をはじめ、棚割りの最適化や発注の自動化といった領域から最適化を進めています。

一方で、AIの利活用が進むことで懸念されるのが電力問題です。消費電力の増大に備えるべく、NTTでは低消費電力かつ軽



写真1 KEYNOTE SPEECH 島田社長

量に動くAIモデル「tsuzumi」の進化と、低消費電力なコンピューティング基盤を実現する「IOWN」の推進を掲げます。

特に注目すべき点として、2025年から始動する「IOWN2.0」において、光電融合デバイスを導入したDCI (Data Centric Infrastructure) の実現をめざすことを表明しました。大阪・関西万博のNTTパビリオンでは、消費電力を8分の1に削減することをめざしたサーバを実装し、来場者に体感していただける機会を設けることを明らかにしました。さらに、2026年の商用化、2028年のチップ間通信の光化、2032年以降の半導体チップ内の光化と、段階的な進化を経て、最終的には消費電力を100分の1にすることをめざすという意欲的なロードマップを明らかにしました。

KEYNOTE SPEECHを通じて強調されたのは、インダストリー AI クラウドとIOWNを組み合わせることで、社会課題の解決をサステナブルに進めていくというNTTのビジョンです。各産業の専門性の高い領域でAIの活用を促進しつつ、増大する電力消費という課題に対して解決策を提供するという、具体的かつ実現性の高い未来像を表しました。

KEYNOTE SPEECH1の詳細は本特集記事『インダストリー AI クラウド による社会課題の解決 powered by IOWN』をご参照ください。

■ KEYNOTE SPEECH2 : 「IOWN INTEGRAL」

NTT 執行役員 研究企画部門長 木下真吾は、本フォーラムの概要やIOWNのロードマップの紹介からKEYNOTE SPEECHを始めました(写真2)。特に後者については、ネットワーク領域の「IOWN 1.0」から、コンピューティング領域への光技術の段階的な導入を示しました。続く「IOWN2.0」ではボード間、「IOWN3.0」ではパッケージ間、「IOWN4.0」ではチップ内部への光配線実装と、着実な進化の道筋を提示しました。

現状の「IOWN 1.0」におけるAPN (All-Photonics Network) の進展も報告しました。2023年3月に開始したAPN IOWN1.0サービスを進化させ、世界最高水準となる最大800 Gbit/sの帯域保証や、インタフェースの拡充、消費電力の大幅削減を実現したサービスを2024年12月より順次提供を開始しました。また、2024年8月に日本～台湾間での約3000 kmの長距離接続において、わずか17 msという低遅延を達成した実証実験の成果もみせました。APNによる超高速データバックアップや、APNを通じた高効率なりもトプロダクションの実現にも言及し、今後は1つのAPNの中で複数の波長を衝突させることなく共存させるための「オンデマンド光パス制御」により、圧倒的な伝送容量や電力効率をめざすことも明らかにしました。

さらに木下部門長は、NTT版LLM (Large Language Models) 「tsuzumi」の進化についても紹介しました。軽量で1GPU/1CPUでも動作可能な特性を保ちながら、マルチモーダル対応や文脈理解の向上など、着実な性能向上を遂げていると話します。特筆すべきは、Microsoft Azure や Salesforceのプラットフォームへの採用が決定し、グローバル展開への第一歩を踏み出したことです。また、ユーザの代わりにPCを操作する「AI エージェント」機能といった実例に触れながら、複数のLLMを掛け合わせて社会課題解決を図る「AI コンステレーション」の実装など、「tsuzumi」を活用したAI共存型の社会像の一端も示



写真2 KEYNOTE SPEECH 木下部門長

しました。

KEYNOTE SPEECHの締めくくりでは、NTT研究所の初代所長・吉田五郎の言葉「知の泉を汲んで研究し実用化により世に恵みを具体的に提供しよう」を引用しながら語ります。研究・開発・社会実装の一貫した取り組みの重要性を強調し、世界最高の研究機関としての地位確立、IOWNの確実な実用化、そして価値ある社会実装の実現という3つの覚悟を掲げました。

KEYNOTE SPEECH2の詳細は本特集記事『IOWN INTEGRAL』をご参照ください。

■ KEYNOTE SPEECH3 : 「Unlimited Innovation for a Global Sustainable Society by IOWN」

NTT代表取締役副社長 川添雄彦は、グローバル企業としてのNTTの現状と主要技術についてプレゼンテーションを行いました(写真3)。NTTグループは全世界で900社以上、従業員の45%が海外で働くグローバル企業へと進化を遂げ、17の研究所と2300人の研究者を擁して世界最先端の研究開発を推進していることを紹介しました。

特に現代社会が直面する気候変動や自然災害、世界の分断といった危機的状況に対し、「ICTの技術強化が不可欠」である一方で、インターネットトラフィックの爆発的増加による電力消費量の急増という新たな課題を指摘しました。また、2030年までにデータセンタの電力消費量が13倍になる予測も提示します。川添副社長は「この限界を打破するためのNTTの構想がIOWN



写真3 KEYNOTE SPEECH 川添副社長

であり、その鍵となるのが光技術だ」と強調します。2019年に世界初の光トランジスタの開発に成功し、この発明はIOWN構想の起源となりました。

IOWNがもたらす新たな可能性として、川添副社長はいくつかのユースケースを取り上げます。その1つには、サイバーセキュリティの新たな脅威に対抗するAIの活用があります。特に、ボットネットと高度なAIの組合せによる攻撃に対し、IOWNのAPN上で複数のAIが連携して即座に対応する新しい防御のかたちを提案しました。

また、トヨタ自動車との協業による交通事故ゼロ社会の実現に向けた取り組みにも触れます。リアルタイムデータ収集、分散化コンピューティングインフラによる常時接続の実現、そしてモビリティAIプラットフォームによる多様なデータの学習という3つのコア技術を組み合わせることで、安全なモビリティ社会の構築をめざすことを明らかにしました。

さらに、IOWNの可能性を地上から宇宙へと拡張する構想も披露しました。スカパーJSATとの協業により、宇宙空間に独立したネットワークシステムを構築し、観測衛星のデータを宇宙空間で即座に処理・分析できる宇宙統合コンピューティングネットワークの実現をめざすと伝えました。

KEYNOTE SPEECHの締めくくりには、ALS（筋萎縮性側索硬化症）を患うDJの活動支援プロジェクトを例に、IOWNが切り拓く人間の可能性について言及しました。「人間のポテンシャルは無限である」

という言葉とともに、サステナブルな社会の実現への想いを聴衆へと共有しました。

KEYNOTE SPEECH3の詳細は次号特集記事『Unlimited Innovation for a Global Sustainable Society by IOWN』に掲載予定です。

技術セミナー

NTT R&D FORUM 2024では、IOWNの進化を加速させるための技術セミナーも開催されました。「AI」と「スーパーコンピュータ」という2つの重要テーマについて、社内外の有識者が展望を語り合いました。

■技術セミナー1：「次世代のAIについて」

『WIRED』日本版の松島倫明編集長をモデレーターに、東京大学の三宅陽一郎特任教授、Sakana AIの伊藤錬COOを迎え、NTTコンピュータ&データサイエンス研究所の竹内亨主幹研究員とともに、現在のLLMの限界と今後の展望について活発な議論が行われました（写真4）。

セッションの冒頭、松島編集長は香港出身の哲学者であるユク・ホイ氏が提唱する「技術多様性」といった言葉を背景に「複雑な世界を複雑なまま生きることはいかに可能なのか」という議論のアンクルを設定しました。NTTの竹内主幹研究員はそれを受け、「銀の弾丸」になる技術はおそらく存在しないという前提のもとに、計算コストや消費電力に優れる「専門知識を有したリーズナブルなLLM」と、各社のLLM

を相互に議論させる「AIコンステレーション」によりNTTがAI活用の新機軸を見出す可能性に触れました。

次いで議論を展開した、伊藤COOは「AIコンステレーションのコンセプトを体現したもの」と表現する、SLM（Small Language Model）をつなぎ合わせてLLMと匹敵するパフォーマンスを発揮する「進化的モデルマージ」の構築を提唱します。既存モデルを組み合わせる「フランケンシュタインマージ」と呼ぶ手法では、1万通りの組合せから上位10個を選出し、世代を重ねていくアプローチを採用しました。驚くべきことに、わずか24時間・24ドルでGPT-3.5相当の性能を実現したといいます。それらの技術を基に人間のワークフローを自動化するテクノロジー、例えば「学術論文の執筆」といった領域での活用例を紹介しました。アイデア創出から証明、論文執筆、ピアレビューまでの全工程を自動化することに成功し、これはAIによる成果としては『Nature』誌で初めてフィーチャーされ、大きな注目を集めました。

「AIモデルの拡張」という観点から、三宅特任教授はゲームAIの開発経験を踏まえた3つの重要な分類が示されました。ゲーム全体を制御する「メタAI」、キャラクターの頭脳としての「キャラクターAI」、実空間認識を補助する「空間AI」です。特筆すべきは、これらの技術が単なるゲーム内での活用を超え、都市設計やスマートシティの実現に向けた示唆を含んでいることにあります。例えば、実空間の情報をデジ



写真4（左から）松島倫明編集長(WIRED日本版)、竹内亨主幹研究員、伊藤錬COO(Sakana AI)、三宅陽一郎特任教授(東京大学)

タルツインで収集・分析し、その結果を実空間へフィードバックするという循環的なアプローチは、今後の都市開発を強く後押しするものといえます。

セッションの後半では、AIの進化の方向性について深い議論が交わされました。伊藤COOは、現在のAIの発展における重要な転換点として「リーズニング（論理的な思考や推論）」の能力向上を挙げ、これがAIどうしの対話やシミュレーションを可能にする鍵になると指摘します。また、AI活用の段階として、まず業務効率化があり、次に「壁打ち相手」としての活用段階が来ると予測しました。

三宅特任教授からは、AIを活用した会議シミュレーションの可能性について興味深い提案がなされました。従来の会議では見落とされがちな選択肢や分岐点をAIが網羅的にシミュレーションし、より良い意思決定を支援する可能性を示唆します。「会議の前にAIに一度会議をもらい、その結果を踏まえて人間が議論を行う」という新しいアプローチの可能性を提示しました。

竹内主幹研究員は、これからのAIと人間の関係性について、日本的な「八百万の神」の考え方との親和性を指摘し、さまざまな役割を持つAIが遍在し、人間と共存する未来像を示しました。特に、生成AIの技術により、これまで理論的に語られてきたシステム連携が、より具体的かつ高度なサービスとして実現しつつあることを強調しました。

3名のパネリストによる議論を通じて浮かび上がってきたのは、次世代のAIがめざすべき姿です。それは単一の大規模AIによる支配的な未来ではなく、さまざまな専門性を持ったAIが協調しながら人間の創造性を支援し、多様な価値観や視点を包含した解決策を共に模索していく未来といえるでしょう。

技術セミナー1の詳細は次号特集記事『次世代のAIについて』に掲載予定です。

■技術セミナー2：「光電融合技術とスーパーコンピュータの未来」

NTT先端集積デバイス研究所・物性科学基礎研究所の松尾慎治フェローと、Preferred Networksの西川徹代表取締役CEOによるセミナーでは、増大する電力消費の課題に対する技術革新の方向性について、議論が交わされました（写真5）。

まずは両氏から自社の取り組みを踏まえたプレゼンテーションが実施されました。

松尾フェローは、データセンタが世界の電力消費の2%、日本の首都圏では日本の電力消費の12%を占める現状を指摘し、NTTグループ自体が日本の総電力の約0.7%を消費していることに触れ、低消費電力化の必要性を強調します。その解決策として光技術の可能性を示しました。

特に、チップ内の光電融合技術といった光通信技術の進展により「小型化・低消費電力化・低コスト化」をかなえ、大幅な電力削減が可能になることを解説しました。チップ間光インターコネクションの導入により、データ通信の高速化と低消費電力化の両立、演算への割り当て電力の確保、ハードウェアの物理的な位置に依存しない計算資源の有効利用といったメリットを、具体的かつ技術的な道筋とともに提起しました。

一方、「最先端の技術を最短路で実用化する」と掲げる西川CEOは、生成AI時代における計算基盤の課題について言及します。開発している「MN-Core」プロセッサの事例を挙げながら、演算機とオンチップメモリに特化し制御回路を最小限に抑え

ることで、大幅な電力効率の向上を実現した経緯を紹介しました。「MN-Core」を搭載したスーパーコンピュータが消費電力ランキングの「Green500」で計3回の世界1位を獲得していることから、自社のアーキテクチャへの確信を胸に、より一層の開発を継続中です。さらに、推論と学習で異なる最適なアーキテクチャを採用する次世代プロセッサの開発構想も明らかにしました。高効率のAIチップだけではなく、インターコネクトやチップレットなどのさまざまな技術を統合し、「新しい計算機」をつくる重要性を説きました。

プレゼンテーション後の対談では、AI時代のコンピューティングアーキテクチャについて、より具体的な議論を展開しました。特に耳目を集めたのは、「分散コンピューティング」の可能性と課題です。松尾フェローが「光技術を使えば2 km先のメモリでも損失なくつながる」と指摘する一方で、「絶対的な遅延は避けられない」と物理的な制約も示唆しました。現在のスーパーコンピュータが10 m以内の接続にとどまっている現状を踏まえ、「データセンタ全体を使ったスーパーコンピュータは本当にAIで使えるのか」という本質的な問いを投げかけました。

これに西川CEOは、スーパーコンピュータのシステムが複雑化する中で、設計自体にAIを活用する新しいアプローチを提案し、人間による正確な設計が困難になってきている現状も背景にありますが、「最初から複雑な回路を設計するのは難しい」として、



写真5（左から）松尾慎治フェロー、西川徹CEO (Preferred Networks)

小規模な回路から段階的に育てていく必要性も強調しました。

また、パッケージング技術の将来についても意見が交わされました。西川CEOは、次世代のプロセッサ開発においては、推論と学習を分離させた高密度・高効率な設計が求められ、特に排熱対策の課題を強調しました。

対談の最後では、両氏から若手研究者へのメッセージも贈られました。松尾フェローは「地球全体、社会全体を考えた取り組みが重要」としたうえで、今後は「AIで省エネができる世界をつくる」と熱意をみせます。西川CEOは「ハードウェアとソフトウェアの両方を理解し、融合することで、単体では生まれない革新的なイノベーションが可能になる」と述べ、NTTのような総合的な研究開発の重要性を再確認して締めくくりました。

技術セミナー2の詳細は次号特集記事『光電融合技術とスーパーコンピュータの未来』に掲載予定です。

技術展示

NTT R&D FORUM 2024における技術展示は「RESEARCH (研究)」「DEVELOPMENT (開発)」「BUSINESS (ビジネス実装)」の3エリアで構成されました。

「RESEARCH」エリアでは、NTTの基礎研究におけるネットワーク、UI/UX、サステナビリティ、セキュリティ、バイオ・メディカル、量子の最新研究成果を示す49の展示が行われました。特に注目を集めたのは、新方式の光量子コンピュータ、非侵襲型の血糖値センサ、アクティブノイズキャンセリングなど、実用化に向けた進展がみられる技術です。

「DEVELOPMENT」エリアでは、IOWN、生成AI、宇宙関連の最新研究と実用化事例など52の展示が行われました。進化し続けるNTT版LLM「tsuzumi」による人とAIの協働事例、IOWNに関連して映像制作設備のネットワーク化・共有化・クラウド化を実現する「映像プロダクションデジ

タルトランスフォーメーション (DX)」、NTTグループの宇宙ビジネスブランド「NTT C89」の取り組みなど革新的な技術開発が展開されています。

「BUSINESS」では21の展示を通じて、研究開発の成果が実際のビジネスでどのように活用されているかを、コミュニケーション&コンピューティング、CX (Customer Experience) & DX、セキュリティ&プライバシーの3つの観点から、NTTグループ各社の取り組みを通して紹介しています。「4Dデジタル基盤[®]」を利用した「交通整流化」で社会負荷低減への試みや、生成AIとのかかわりも深い「声の権利保護」技術といった商用化と直結しながら社会実装される技術が案内されました。

これらの展示は、会場の地下、1階、2階の各フロアにテーマごとに配置され、来場者が体系的に見学できるよう工夫されています。RESEARCHエリアは青、DEVELOPMENTエリアは緑、BUSINESSエリアは紫と色分けされ、各エリアの関連性が一目で分かるよう配慮されました。

■技術展示「RESEARCH」

- (1) 光量子コンピュータ向け光デバイス技術
従来のコンピューティング技術では計算

困難な問題を解決する手法として、量子力学の現象を情報処理技術に適用した「量子コンピュータ」の研究が進んでいます。数々の方式がありますが、主流である超伝導方式や中性原子方式の量子コンピュータでは安定的な稼働のために絶対温度零度 (-273℃) 付近まで冷やせる環境が必要で、冷やせるチップの大きさにも限度があるといった課題を抱えていました。

NTTは光通信技術で培った高性能な光デバイスを用いることにより、「室温」で大規模な演算を可能とする「連続量光量子コンピュータ」の実現をめざしています。連続量光量子コンピュータを構成する要素の多くは、光ファイバ通信に使われる技術から適用できること、また新たに必要になる場合においても光ファイバ通信で培った技術を発展させることで実現の見通しがなされています。光通信と光量子を融合させ、室温下であっても従来比1000倍の帯域で大規模な演算を可能にすることは、量子コンピュータの世界に新たな一手を打つ存在の誕生にほかなりません。

今回の展示では、開発で連携する東京大学大学院工学系研究科の古澤明教授が参加され、開発機のある理化学研究所とNTTを結んだデモンストレーションを初めて実施しました(図1)。連続量光量子コン



図1 理化学研究所とNTTを結んだデモンストレーションの様子

コンピュータは、膨大な選択肢から制約条件を満たしながらも目的関数を最大化・最小化する解を見つける「最適化問題」やニューラルネットワークへの応用が期待され、特に連続的なデータやシステムを扱う問題に優位性があるといえます。また、ユーザと量子コンピュータの間にクラウドをはさみ、量子コンピュータに指示を出すパラメータを送信する役割と、量子コンピュータからのジョブ実行結果をユーザに送信する役割を担うシステムの開発にも触れ、より利便性の高い環境も提示していました。

将来的にはNTTで開発した光デバイスを適用し、2030年ごろにはラックサイズの光量子コンピュータ実機、2050年ごろには光量子コンピュータのチップ化を見据えています。

(2) 電波を用いたウェアラブルなグルコースセンサ

NTTではセンサやデータ収集といった技術を活かしたバイオ・メディカル分野の研究開発を推進しています。健康促進や疾病予防、治療、重症化予防、予後や介護といった1人ひとりを医療的にトータルケアできる「プレシジョン・メディシンの実現」を掲げます。

その研究成果の1つが、2028年度の実用化を目指す電波を用いたグルコースセンサです。糖尿病などにかかわり、血糖値を反映する指標の「グルコース値」を測る手段は、針を用いて使い捨てのセンサを身体に留置するのが一般的でした。しかし、痛みや不快感を伴うために利用者の負担は大きく、利用までの障壁が高くなることも課題です。

そこで、針を使わずにグルコース値を可視化すべく、身体と接触させる「ウェアラブル」なかたちで、特定の電波を利用して計測するセンサを開発中です(図2)。NTTは通信デバイスの周波数の応答を評価する機器を多く保有しており、その中からグルコースと反応しやすい無線を特定したのです。

現在は安静時の測定を実験中ですが、今後は誤差要因の抑制といった技術開発を進め、日常的かつ常態的にグルコース値の変

化をより可視化できることを目標に掲げます。血糖値の上昇を防ぐための適切な食事指導や運動習慣のサポートといったサービス展開も期待されます。

(3) パーソナライズドサウンドゾーン (PSZ)

聴きたい音だけが聴こえる世界、聴かせたい音だけが聴かせられる世界、そんな「究極のプライベート音空間」の実現に向け、NTTはさまざまな研究開発を進めています。耳を塞ぐことなく利用者にだけ音が聴こえるイヤホンやヘッドホンの開発・発売、それらを活用した騒音低減やパフォーマンス

会場での価値向上など、1人ひとりに最適な音響制御技術を提供し、音を起点とした顧客体験向上を図ります。

今回の展示ではいくつかの体験型プログラムを提供しました。複数のスピーカーが設置されたドームの内部に入ると雑音が消えるノイズキャンセリング装置は、エンタテインメント施設や一般商業施設での利用を想定し(図3)、将来的には「特定のテーブルに座るだけで周囲の雑音が消えて話しやすくなる」といった未来像を描きます。

「サイバー(cyber)空間の音とリアルな実空間(Real)を組み合わせたサウンド・

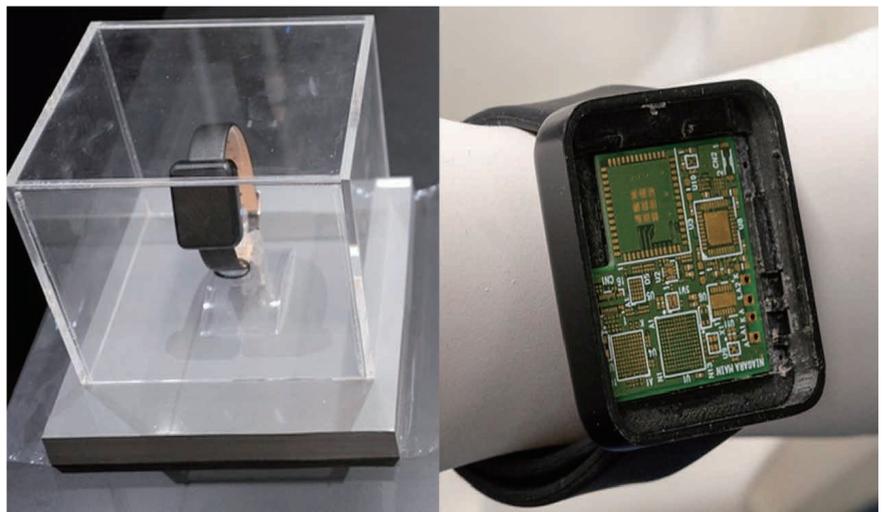


図2 より小型化をめざしている、開発中のウェアラブルグルコースセンサ



図3 ドーム型ノイズキャンセリング装置



図4 「tsuzumi」に新たに搭載された視覚読解アダプタ

サイリアル (Sound SyReal)』の展示では、体験者のイヤホンに流れる音と会場内に流れる音を低遅延伝送の技術を用いてリアルタイムに調整し、体験者の後方にはスピーカーがないにもかかわらず、音が後方から「聴こえる」という人間の錯覚効果も巧みに取り込む体験を提供しました。ほかにも、前述の耳を塞がないヘッドホンを用いて、演劇鑑賞中に当人にだけ特定の効果音を流したり、舞台上のリアルな音をより明瞭に聴かせたりできる「音響クロスリアリティ」のデモンストレーションもありました。

あらゆる人と音が混在する世界で、各人が安心・安全に過ごせるだけでなく、価値向上を実現できるような「音の精緻な制御」を可能とする技術を提案しました。

■技術展示「DEVELOPMENT」

(1) 進化するNTT版LLM「tsuzumi」

キーメッセージに「tsuzumiの力で、ビジネスと日常に新たな快適さを」と掲げたことから分かるように、昨年の展示との大きな差分として「tsuzumi」をより現場で活かすための技術が追加されました。それが「視覚読解アダプタ」です(図4)。WebページやPDFといった文書はテキストだけでなく画像や図表、それらの配置が意味を持ちますが、こうした文書全体の意

味を理解するために視覚的に読解する技術を搭載しました。

今回の展示では社内向け発注システムの作業を例として、「tsuzumi」に希望商品の発注伝票をオートメーションに起票させるデモンストレーションを実施しました。「tsuzumi」は作業マニュアルを参照しながら実際のシステム画面を操作し、無事に起票を終えていました。

人間用につくられたデータやITシステムであっても、つくられた年代や技術によって複雑で扱いづらいものは多く、生活や業務の負担になることは少なくありません。特に、大企業や官公庁など大規模システム改修に期間や資金を要するところでは、レガシーな技術を延命しながら使う現状も見受けられます。従来ならばシステム改修に着眼するところ、「tsuzumi」であれば現行のシステムを理解しながら作業できるため、新たな業務改善アプローチの道筋も示せるでしょう。そのほかにも人間の自然な対話や応答、文書を理解しての情報入手や投入を通じ、「tsuzumi」は人とAIの協働を促しながら、さらなる進化を続けています。

(2) IOWN×映像プロダクションDX

近年、ネット系メディアによる映像コンテンツ事業の競争が激化しています。より高品質なコンテンツを、より効率的に制作

することが求められる中で、IOWN APNを活用した「映像プロダクションDX」はその一助となります。

多数の撮影現場と制作拠点を「大容量・低遅延・遅延揺らぎなし」のIOWN APNでつなぐことにより、多拠点間の広域接続ネットワークを実装します。例えば、スポーツイベントの中継映像を放送するためには、従来ならば制作機材を積んだ中継車やスタッフを手配することが一般的でした。しかし、IOWN APNを活用すれば、イベント会場の映像ソースをプライベートクラウドへ直接送り込み、その映像をまた別のスタジオからリアルタイムで編集することが可能です。

今回の展示では、実際にTBSテレビの情報番組を武蔵野研究開発センタから画像切替やミキシングをして放送したり(図5)、台湾の中華電信と協力して3000 kmにわたる国際APNをつないだりと、映像コンテンツ制作における新たなスタンダードとなり得る環境を提示していました。

(3) 新たなワイヤレスエネルギー伝送技術

NTTグループは、宇宙ビジネス・産業向けブランド「NTT C89 (シー・エイティ・ナイン)」を立ち上げ、サービス創出や気候変動といった地球課題の解決に取り組んでいます。近年は衛星やロケットの打ち上げコストの低減などを背景に、宇宙空間を活用したビジネスやサービスが増加しています。

その1つが、宇宙探査に欠かせない存在である惑星探査車「ローバー」による調査です。自動あるいは遠隔操作によって広範囲の調査が可能であり、月面探査を進めるための大切なパートナーともいえます。しかしながら、月面は太陽が当たる「昼間」側の表面温度は約110℃まで上がる一方で「夜間」側は約-180℃といったように環境の変化が激しいことが、ローバーの活用においても障壁となっています。動力源となるバッテリーの利用が困難であり、また送電ケーブルを地球から運ぶことにも多大なコストがかかります。

そこで温度や日照に影響されない安定した電力をワイヤレスに供給する手段として、



図5 TBSテレビの情報番組を武蔵野研究開発センタからプロダクション



図6 「月の砂」を伝送路として、「受電器」を取り付けたローバーへ届けることで給電を可能

NTTが開発したのは、月面で調達可能な資材を使った高効率・非接触なエネルギー伝送方法です。強力な電界の波を発生させる独自開発の電界共振アンテナを含む「送電器」から発生させた表面波を、レゴリスと呼ばれる「月の砂」を伝送路として、「受電器」を取り付けたローバーへ届けることで給電を可能にします(図6)。従来型の「磁界共振」やマイクロ波を用いる方法に比べると、伝送可能な面積を100倍以上に拡張でき、10倍以上の伝送効率を実現します。いわば、レゴリスを活用した「月面電

力伝送網」の構築といえます。将来的には月にとどまらずに、2050年以降には宇宙エレベータの昇降機への給電にも適用させることをめざしています。

■技術展示「BUSINESS」

(1) Society DTCを強化する4Dデジタル基盤®技術

現実世界にある物体や状況を仮想空間上に再現し、モニタリングやシミュレーションを行うことで現実世界の問題へアプローチする手法として「デジタルツイン」の活

用が広がっています。NTTはIOWN構想においても「デジタルツインコンピューティング(DTC)」を組み込んでおり、それを支える技術として「4Dデジタル基盤®」の開発や活用を進めています。高精度で豊富な意味情報を持つ「高度地理空間情報データベース」上に、高精度な位置・時刻を持つセンシングデータをリアルタイムに統合し、高速に分析処理・未来予測を行います。

4Dデジタル基盤®技術の活用手段として注目されているのが「交通整流化」です。そのためのTDM(Transportation Demand Management)においては利用者個々の行動が交通全体へ与える影響を予測・評価することが欠かせません。現在はNTTグループ各社と阪神高速道路が連携し、都市の道路の交通の整流化につながる有効性を実証中です。例えば、多様な時空間データを連携させる統計技術から交通シミュレーションを行い、該当ユーザに対してスマホアプリを通じた交通レコメンド情報を提供しました。その行動結果を基にレコメンドの価値を高める学習までを一貫して行うデモンストレーションも予定されています(図7)。

交通整流化にとどまらず、多様な時空間データの連携や統合、活用を促進する技術群を向上させることにより、モビリティサービスやマーケティングの分野における展開が期待できます。

(2) 声の権利保護技術×多言語音声生成AI技術

生成AIにおける音声分野の活用は、記載したテキストを自然なトーンや声で読ませる「テキスト・トゥ・スピーチ」技術や、実在人物の音声をサンプリングして音声合成へ活かす技術などが進展しています。一方で、俳優や著作権者の許諾無しに生成AIへキャラクターの音声を学習させ、異なるコンテンツを生み出す行為が問題視され、声優らが加入する日本俳優連合がルールづくりの必要性を訴える啓発動画を公開するといった事態も起きています。適正な利用を促すだけでなく、公正な収益配分を実現するシステムへの対応が求められているのです。



図7 交通整流化デモンストレーション概要



図8 多言語音声生成AI技術のデモンストレーションの様子

NTTが開発した「多言語音声合成技術」と「トラスト技術」の組合せは、それらの問題に対処する手法となり得ます。まず、多言語音声合成技術では、最短で数分から10分程度の話者音声と音声合成のベースモデルを学習することにより、オーダーメイドの音声合成モデルが構築可能です。また、そのモデルを用いて日本語、英語、中国語、韓国語へ音声を変化できるクロスリンガル音声合成技術も備えています。「トラスト技術」においては、暗号通貨に活用される

データの透明性と改ざん防止機能をブロックチェーン技術に応用し、音声データ・音声モデル・合成音声のそれぞれにタグを付与して紐付けることで、データの真正性を確認できるようになります。また、使用データの履歴をたどることによってレベニューシェア（事業収益の分配）も容易です。

今回の展示では、実在のアイドルやアナウンサーの声を学習した生成AIが来場者からの質問に本人のような音声で答えたり、多言語に回答したりするデモンストレーショ

ンを実施していました（図8）。

NTTは、自らの声をIP (Intellectual Property) 化したい供給者と、AI 音声をサービスやグッズに活用したい需要者を結ぶ役割を担うことにより、グローバルにおいて音声コンテンツの利用機会の創出を図ります。

フォーラムを終えて

今回のNTT R&D FORUM 2024では、IOWNの進化を象徴する「INTEGRAL」というテーマのもと、研究、開発、ビジネスの各領域において「技術の統合」と「実用化」への歩みが示されました。特に注目されたのは、生成AIの活用による業務変革と、それを将来にわたって支えるための低消費電力化への取り組みです。NTT版LLM「tsuzumi」の進化や光電融合技術の発展は、AIとサステナビリティの両立という社会課題に対する具体的な解を示しました。また、宇宙ビジネスブランド「NTT C89」に代表される新領域への挑戦も、IOWNの可能性を地上から宇宙へと広げる意欲的な取り組みといえます。基礎研究から社会実装まで、一貫した技術開発の姿勢は、デジタル社会の持続可能な発展に向けたNTTの確かな歩みを感じさせるものでした。



(左から) 森 俊介/ 横井 裕也/
小林 敦志/ 槇 優一/
渡邊 貴則

◆特設サイト紹介

講演の様子・展示一覧は特設サイトからご覧いただけます。

特設サイト: [NTT R&D FORUM 2024 — IOWN INTEGRAL] 開催報告
<https://www.rd.ntt/forum/2024/>

新しい社会のインフラをつくり、 次の時代につなぐ、 ソーシャルインフラ・イノベーション

NTTインフラネットは、昨今の人口減少、社会インフラの老朽化、災害の増加、激甚化を背景にソーシャルインフラ・イノベーションの構想を掲げ事業拡大、新しい社会づくりに取り組んでいる。本特集ではNTTインフラネットの各種取り組みを紹介する。

ソーシャルインフラ・イノベーション 持続可能な社会に貢献 — 28

通信、電力、ガス、水道、道路などのさまざまなインフラを社会全体のものとして一体で運営し、インフラ運営のDXや効率化などに挑戦するNTTインフラネットの事業戦略について紹介する。

社会要請が高まる無電柱化のスピードアップに向けた取り組み — 31

BIM (Building Information Modeling) /CIM (Construction Information Modeling) 等の新技術を活用しながら、無電柱化の推進に取り組んでいる内容について紹介する。

持続可能な社会の実現に向けたシェアリングビジネスの取り組み — 35

NTTインフラネットのミッションである「地域社会の課題解決と価値創造に取り組む持続可能な社会を実現する」に向け、今後一層力を入れていく「シェアリングビジネス（共同施工）」における各種取り組みと今後の展望について紹介する。

新たなニーズに対応した社会インフラ構築の取り組み — 37

NTTの通信土木設備の構築や維持管理を一元的に管理するための技術とノウハウを、再生可能エネルギーやデータセンタのルート構築に展開している様子を紹介する。

無電柱化

持続可能な社会

再生可能エネルギー

スマートインフラ

空間マネジメント

Smart Infra構想の社会実装を支える プラットフォームと各種アプリケーション

39

Smart Infra構想の概要、また構想実現に向けインフラDXを推進するうえで重要な役割を果たすSmart Infraプラットフォーム、各種アプリケーションについて紹介する。

電子地図シリーズ“GEOSPACE”を核とした 新たな地理空間情報の付加価値サービス創造の取り組み

44

地図情報の整備や変遷、電子地図を核としたビジネス領域拡大、土地や建物と住所情報等を活用した不動産IDビジネスの推進をはじめとし、今後のビジネス展開の展望について紹介する。

インフラ設備情報の空間マネジメントによる 社会インフラのDX推進

48

インフラ設備情報の高精度位置化および3次元モデルの作成・活用することを目的に整備を進めてきた、高精度位置基準情報「高精度3D空間情報」について紹介する。

主役登場 佐藤 晋也 NTTインフラネット

51

国策との協調により社会実装の早期実現をめざす



ソーシャルインフラ・イノベーション 持続可能な社会に貢献

NTTインフラネットは、ソーシャルインフラ・イノベーションの構想を掲げて、人口減少、少子高齢化、老朽化設備の増加などの社会インフラ事業を取り巻く問題の課題解決や新たな価値創造の取り組みを進めています。本稿では、ソーシャルインフラ・イノベーションの実現に向けた当社の事業戦略について紹介します。キーワード：#社会インフラ、#基盤設備、#スマートメンテナンス

いずみ としみつ
泉 俊光

NTTインフラネット

社会インフラ事業を取り巻く環境

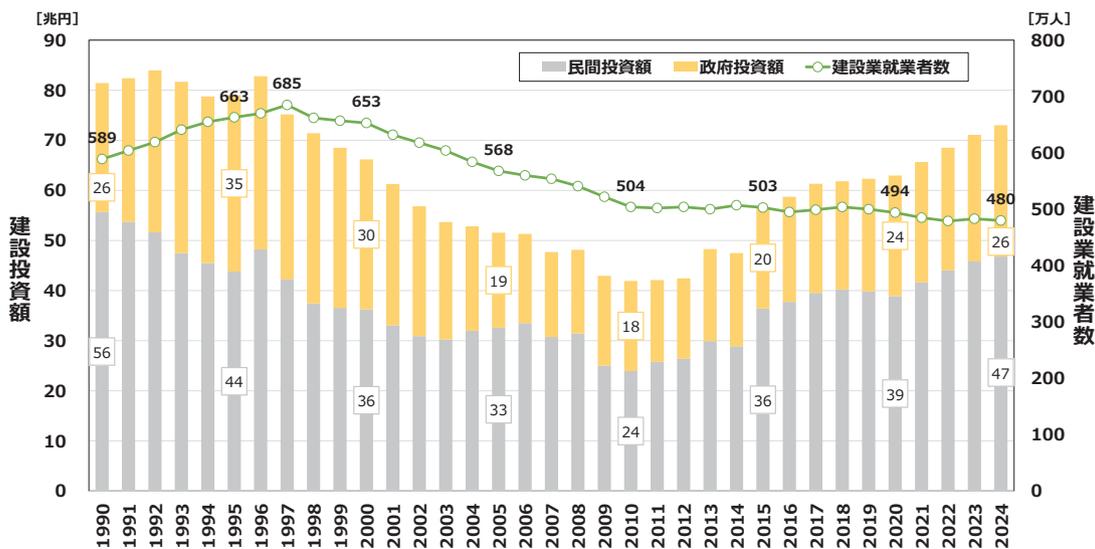
NTTインフラネットは、1999年の設立以来、NTTグループの通信ネットワークを支える管路・とう道・マンホールなどの基盤設備の構築・保守業務等を担っています。また社会インフラの安全性確保、災害時の対応力向上などの社会的要請の高まりに伴う無電柱化事業の展開や、社会インフラの維持・運用業務の高度化・効率化に向けたスマートインフラ事業の展開など、サステナブルな社会インフラの運営をめざした取り組みを推進することで、一般市場、つまりNTTグループ外への事業拡大に取り組んできました。2023年度の営業収益では、初めてNTTグループ内での収益と、一般市場での収益が逆転し、一般市場の収益が大きくなりました。これは、当社にとっ

ての画期的な出来事であり、社会インフラ事業を取り巻く環境の変化を実感しています。

昨今の人口減少、少子高齢化、老朽化設備の増加、災害の激甚化などは、インフラ事業者にも多くの課題をもたらしています。人口減少が進むにつれ、人口分布がまばらになることが想定されますが、人口が減少した地域においても社会インフラが必要となります。加えて、建設業の就業者は、1990年代をピークに減少し続けており、人手不足が深刻な問題となっています。また電気、水道、ガス、通信などのライフライン施設、および道路、トンネル、橋などの多くの公共施設は高度経済成長期に集中的に整備されたため、今後急速に老朽化することが懸念されています。今後20年間で、建設後50年以上経過する施設の割合は加速

度的に高くなる見込みであり、社会インフラの維持管理・更新コストの増加が懸念されています。国内における建設投資と就業者の推移を図1⁽¹⁾にします。このようにインフラ事業者には限られたリソースとコストで面的に社会インフラを維持運用することが求められており、戦略的な取り組みが必要となります。

こうした背景を受け、当社ではここ数年、地域での仲間づくりに注力し、ソーシャルインフラ・イノベーションを推進しています。ソーシャルインフラ・イノベーションとは、電力、ガス、通信、水道、道路などさまざまなインフラを個別に管理するのではなく、社会全体のものとして一体で運営し、そこにDX（デジタルトランスフォーメーション）や効率化などのイノベーションを加えていくことで、サステナブルなインフ



出典：「令和5年度 建設投資見通し」(国土交通省)⁽¹⁾
「令和5年度 労働力調査」(総務省)⁽²⁾

図1 建設投資額、建設業就業者の推移

ラ運営を実現する構想です。この構想を実現するため、当社は図2に示す事業戦略に基づき3つの事業によるアプローチを進めています。1つめは、当社の運営を支えてきたNTTグループのエンジニアリング事業であり、通信基盤設備の構築・保守業務を一元的に実施しています。2つめは、NTTグループのエンジニアリング事業で培った技術や知見を活用し、一般市場に展開するソーシャルインフラ・エンジニアリング事業です。3つめは、インフラ運営業務全般の課題解決に向けてICT (Information and Communication Technology) や GIS (Geographic Information System) を活用したプラットフォームやアプリケーションを展開するスマートインフラ事業です。

エンジニアリング業務の深化と一元化に向けた取り組み

当社では、通信基盤設備の構築・保守業務を効率・効果的に実施するためNTTグループのICTを活用し、MMS (Mobile Mapping System) による設備点検や、「トリプルIP[®]」によるGISと連動した設備情報管理などのスマートメンテナンスに取り組んできました。これらの取り組みは、NTTグループのエンジニアリング事業を通じて磨いてきたものであり、共通の課題を抱えるインフラ事業者にも展開できるものが多くあります。例えば、多くの自治体が上下水道を管理するうえで、インフラの老朽化と技術者の減少に伴うメンテナンスに危機感を抱いています。これに対し、当社は通信設備を点検する「スマートメンテナンスツール」を下水道事業に活用し、点検を行っていただくことで課題解決に取り組んでいます。通信設備と同じ点検ツールを他分野で使用することができれば、将来的には点検と管理業務を複数のインフラ事業者で共同実施でき、AI (人工知能) による自動判定機能などの機能開発にかかるコストもシェアリングできます。今後、道路や公園などにも拡大することで、メンテナンスの負担を軽減し、サステナブルなインフラ運営をめざしています。このように当社では、NTTグループのエンジニアリング事業で培った技術や知見を一般市場に展



図2 NTTインフラネットの事業戦略

開するため、ソーシャルインフラ・エンジニアリング事業を展開しています。

ソーシャルインフラ・エンジニアリング事業では、無電柱化が大きな市場となっています。無電柱化は、美しい景観の維持、安全性の向上、災害リスクの軽減に加え、インフラの老朽化への対応にも大きく貢献します。特に都市部や観光地ではその効果が顕著に現れ、国や東京都も景観と防災の観点から無電柱化に積極的に取り組んでいます。当社は無電柱化において、通信や電力の既存設備を有効活用する既存ストック工法を推進しています。これによりコスト削減や工期短縮が実現でき、環境や住民生活への影響も最小限に抑えたグリーンな工事として評価されています。

また社会環境の変化に伴う新たな市場として、自営線構築の市場にも注目しています。近年、クラウドサービスの普及やエッジコンピューティングの需要増加、IoT (Internet of Things) やAIの進展によるデータ量の飛躍的な増加などの背景を受けて、データセンタの建設が増えています。さらには環境負荷の低減を目的とした太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギー関連施設の需要が高まっています。これらの施設では、施設間をつなぐ通信ケーブルや、電源を供給する電力ケーブルなどの自営線が必要となります。当社は、通信設備の構築、維持運用のノウハウを活かし、自営線のルートコンサルから設計、施工までをワンストップで提供することができます。これらの自営線の構築においては、道路や河川などに自営線を設置・専用するケースが多くあります。この場合、行政を

含めたステークホルダーとの折衝・協議が必要となりますが、それらの対応も当社の技術スタッフが一元的にサポートすることで、自営線構築の工期とコストを削減することができます。

これらのエンジニアリング業務全般を通じて、共同施工・共同点検にも積極的に取り組んでいます。複数のインフラ事業者が協力して道路掘削工事などを共同で行う共同施工・共同点検は、同一個所での繰り返し工事・点検を抑制できます。インフラを社会全体のものとして考えた場合、リソースとコストを大幅に削減することができるためソーシャルインフラ・イノベーションを実現するうえで重要な領域であり、今後さらに取り組みを加速させていく必要があります。

スマートインフラ事業によるイノベーション

スマートインフラ事業では、工事の計画から現地立会、道路占用許可申請、設備構築工事、道路台帳の修正、設備管理点検などのインフラ運営における一連のプロセスを高度化・効率化するサービスの開発、展開に取り組んでいます。この取り組みでは、業務プロセスを改善するアプリケーションに加えて、インフラ事業者や自治体がインフラ設備のデジタルデータを相互活用可能なSmart Infraプラットフォームを提供しています。Smart Infraプラットフォームでは、インフラ設備の設備データを高精度な3D位置情報と結び付けて管理することができ、さまざまなアプリケーションでそ

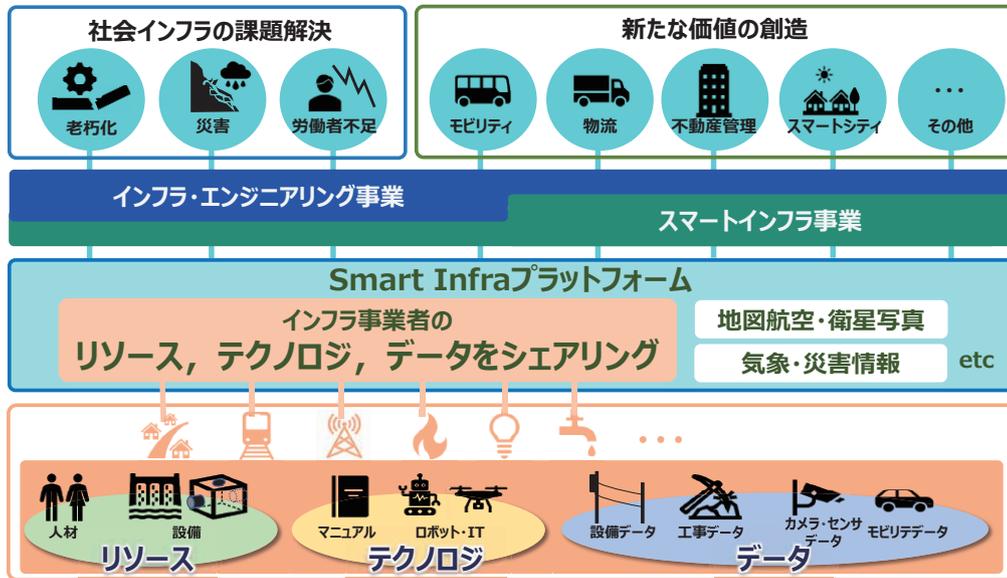


図3 ソーシャルインフラ・イノベーションの展望

のデータを活用することでインフラ運営のイノベーションをめざしています。

具体的な例として、当社が提供している「立会受付Webシステム」があります。工事立会の申請をデジタルデータによってワンストップで実施し、インフラ事業者や自治体におけるインフラ設備の事前調査や調整協議の業務負担を減らすことができます。このシステムは、参画するインフラ事業者の増加に伴い、ユーザとしてご利用いただくインフラ事業者の皆様も業務負担が軽減する効果を実感できるものであり、2024年10月までに35のインフラ事業者がこのシステムを利用し、月約10万件の工事立会を受付するまでに拡大しています。「立会受付Webシステム」の取り組みは、まさに地域での仲間づくりによるソーシャルインフラ・イノベーションが実現した一例だといえます。

またさらなる技術革新をめざして、経済産業省などが進めるデジタルライフライン全国総合整備計画などの国のプロジェクトに参画して、Smart Infraプラットフォームの骨格となる高精度な3D空間情報による位置基準やインフラ設備情報を空間IDに変換する技術等を提供し、正確な空間の情報を一意に識別できる仕組みづくりに貢献しています。正確な空間情報が一意に識別できるようになることで、ドローンによる生活必需品の配送、自動運転、オンデマンド交通サービス、ロボットの遠隔操作といった運行オペレーションの高度化やイン

フラ設備の一元管理が高精度に実用化され、人手に頼らない方法でのインフラ運営を実現することをめざしています。Smart Infraプラットフォームを活用したソーシャルインフラ・イノベーションの展望を図3に示します。このようにスマートインフラ事業では、地域社会の課題解決と価値創造に取り組むことで、イノベーションの具体的な手段を生み出し、ソーシャルインフラ・イノベーションを加速させたいと考えています。

NTTインフラネットのパーパス

NTTインフラネットは、引き続き地域での仲間づくりに注力し、ソーシャルインフラ・イノベーションを事業戦略に掲げて取り組みを進めていきます。2024年10月には、当社の企業理念体系を見直し、パーパス「新しい社会のインフラをつくり、次の時代につなぐ」を設定しています。これは社会の変化に合わせて当社のあり方を再定義すると同時に、社員1人ひとりがインフラエンジニアリングのプロフェッショナルとして、お客さまやパートナーの皆様とともに地域社会の未来を築く存在となり、社会に対して大きな価値を生み出すという宣言になります。情報通信をはじめとする社会インフラ事業で培った技術と使命を継承し、社会インフラを構築・創造し、守り、未来へとつなぐことができるサステナブルなインフラ運営の実現をめざします。

参考文献

- (1) <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00600870&tstat=000001017180&cycle=8&tclass1val=0>
- (2) https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200531&tstat=000000110001&cycle=7&year=20230&month=0&tclass1=00001040276&tclass2=000001040283&tclass3=000001040284&result_back=1&cycle_facet=tclass1%3Atclass2%3Acycle&tclass4val=0&metadata=1&data=1



泉 俊光

ソーシャルインフラ・イノベーションは、さまざまなインフラを社会全体のものとして一体で運営し、DXや効率化などのイノベーションを加えていくことで、サステナブルなインフラ運営を実現する構想です。ご興味・関心がある方、ぜひご一報ください!

◆問い合わせ先

NTTインフラネット
 経営企画部 企画部門 企画担当
 TEL 03-6381-6421
 E-mail infranet.pr@nttinf.co.jp



社会要請が高まる無電柱化のスピードアップに向けた取り組み

インフラネットの主力事業の1つである無電柱化事業は、防災上、景観上の観点から社会要請となっており、国も推進しています。しかし、無電柱化を完遂させるまでには、多くのステークホルダーと調整する必要があり、我が国で無電柱化が進まない要因の1つとなっています。本稿では、減少が進む行政職員に成り代わりステークホルダーとの調整を担い、BIM (Building Information Modeling) /CIM (Construction Information Modeling) 等の新技術を活用しながら、無電柱化の推進に取り組んでいる内容について紹介します。

キーワード：#無電柱化、#地中化、#BIM/CIM

無電柱化事業の現状と課題

これまで無電柱化は、防災性の向上、安全性・快適性の確保、良好な景観形成の観点から実施してきましたが、近年、災害の激甚化・頻発化、あるいは高齢者の増加等により、その必要性が高まっています。

特に、近年の台風や豪雨等の災害では、倒木や飛来物起因の電柱倒壊による停電ならびに通信障害が長期間におよぶケースも報告されており、電力や通信のレジリエンス強化も求められています。

1986年から進められてきた無電柱化事業ですが、諸外国に比べ我が国の整備率は低く、国内でもっとも進んでいる東京23区内においても約8%となっています。

そのような中、2016年に「無電柱化の推進に関する法律」が成立し、2021年5月には法律に基づく「無電柱化推進計画」が策定され、5年間で4000 km (800 km/年)の無電柱化事業を着手するとの目標が掲げられました。

一方、無電柱化を推進する市区町村長の会が自治体に行ったアンケートでは、無電柱化事業における課題として、「合意調整が難しい」「事業期間が長い」等があがっており、我が国で無電柱化が進まない要因となっています。

無電柱化を推進する主体は、国や地方公共団体ですが、少子高齢化を背景とした行政職員の不足、収税減、気候変動による大規模災害等、行政が抱える課題は複雑化・多様化し行政職員1人当たりの負担は増加し

ているものと考えられます。

NTTインフラネットでは、「新しい社会のインフラをつくり、次の時代につなぐ」という我が社のパーパスを果たすべく、無電柱化の推進という社会課題の解決に向け、スピードアップの方策やそれを支えるBIM (Building Information Modeling) /CIM (Construction Information Modeling) 等のDX (デジタルトランスフォーメーション) 技術を活用しながら、無電柱化事業へ積極的に取り組んでいます。

無電柱化スピードアップに向けた方策

■電線共同溝PFI事業への参画

当社は2018年より電線共同溝PFI (Private Finance Initiative) 事業を受注し、現在、全国で9事業を実施しています。その事業フィールドの中で、我が国で無電柱化が進まない要因となっている各種課題の解決に取り組んでいます。

無電柱化事業は、沿道に住民が居住する共用中の道路で行われることが多い事業です。このため、地元住民、電柱・架空線を保有する電力・通信企業、ガス・上下水道等の埋設企業および警察など、調整が必要なステークホルダーが非常に多いことが特徴であり、「合意調整が難しい」ことが課題です。

PFI事業では、これまで道路管理者が行っていたステークホルダーとの調整を、受注した私たちPFI事業者が調整マネジメント

きたもと たくや

北本 拓也

NTTインフラネット

業務として担い、道路管理者の負担を大幅に軽減させることが可能となります(図1)。

また、PFI事業者は設計・施工一体の包括発注の中で、長期にステークホルダーとのかわりを持てるようになり、関係構築による円滑な合意調整が可能となってきます。

「事業期間が長い」という課題に対して調整マネジメント業務の中で、後述するフロントローディングやコンカレントエンジニアリングの実践により、大幅な事業期間の短縮が可能となっています。

■包括委託方式への挑戦

2023年の台風6号は沖縄に大きな被害を与え、架空線断線による大規模な停電が長期化しました。沖縄県は当時の岸田文雄首相に対し、早期無電柱化を要請するなど、無電柱化に対する社会的気運はますます高まっています。こうした中、国土交通省の要請により、電力各社、NTTが共同で導入を検討しているのが「包括委託方式」による、より迅速に無電柱化を可能とする発注スキームです。

包括委託方式は、入札で発注されるPFI事業と異なり、行政から電力、通信企業へ委任委託で発注されるものです。

その特徴としては、PFI事業と同じように、①設計と施工が一体で発注されること、および②調整マネジメント業務があることです。これにより、PFI事業と同じくフロントローディングやコンカレントエンジニアリングが実践でき、大幅な事業期間の短縮が可能となります。

また、電線共同溝PFI事業は、事業化す

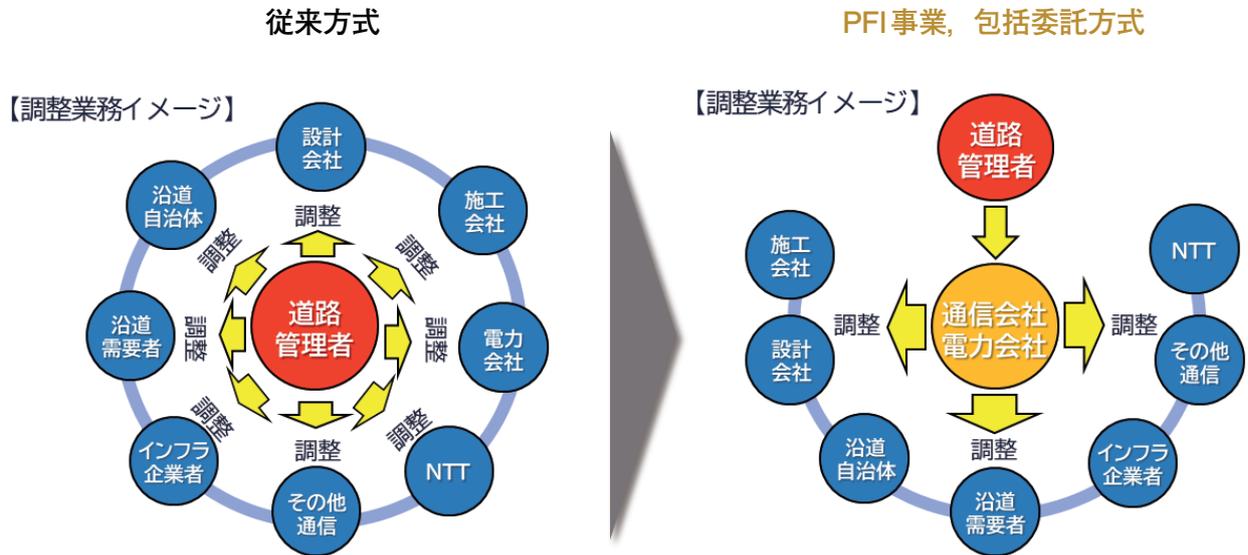


図1 調整マネジメント業務

る前に導入可能性調査を実施するなど行政側の発注準備に約1年必要となりますが、包括委託方式ではそのような手続きは不要となり、事業化までの期間短縮が可能となります。

包括委託方式は、行政サイドとしては事業化までのリードタイムが短くなることで、早期の無電柱化が図れるなどのメリットがあり、受注者サイドとしても複数年にわたる事業であるため、事業のストック化やリソースの平準化が図れるなどのメリットがあり、導入拡大に向け、積極的に取り組んでいきたいと考えています。

■スピードアップを支えるフロントローディング、コンカレントエンジニアリング

前述していた、無電柱化のスピードアップに寄与するフロントローディングやコンカレントエンジニアリングについて改めて詳述します。

フロントローディングとは、事業初期の工程（フロント）において作業負荷・コスト負担をかけて検討を行い、後工程で生じそうな仕様変更や手戻りを未然に防ぐことで、品質向上や工期の短縮を図ることで、

具体的な取り組みとしては、調査段階に非破壊探査と試験掘を併用した詳細な地下埋設物の現況把握を行った後、設計段階にBIM/CIMモデル構築による高精度な設計

を行います。調査・設計段階に作業負荷を掛けることとなりますが、後の施工段階での手戻りを削減できますので、結果として事業期間のスピードアップにつながっています。

また、設計・施工一体発注のPFI事業や包括委託方式のため可能となったことで、施工会社が設計段階から関与することができ、現場技術者の経験を活かし、現場により即した設計を行うことが可能となります。この点でも設計段階に負荷をかけることになっていますが、施工段階での手戻り防止に大きく貢献します。コンカレントエンジニアリングとは、複数の工程を同時並行で進め、各部門間での情報共有や共同作業を行うことにより、期間の短縮やコストの削減を図ることで、

従来の無電柱化事業では、予備設計、詳細設計、支障移転工事、本体工事、引込・連系管工事から入線・抜柱工事まで、各工程を順番に実施しています。

一方、PFI事業や包括委託方式では、調整マネジメント業務を担っている当社が、支障移転工事と本体工事を同時に施工することや本体工事と引込・連系管工事を同時に施工することを各埋設企業等のステークホルダーと調整し、大幅なスピードアップを図っています。

スピードアップを支えるDX技術

■無電柱化事業へのBIM/CIM積極活用

次に、フロントローディングの中で前述していたBIM/CIM活用について紹介します。

BIM/CIMとは、土木や建築分野における調査、設計、施工、維持管理において、3次元のモデリングデータを活用して設計の最適化や工事の品質向上、維持管理の効率化を図る取り組みです。

無電柱化事業では、地中の埋設物を3D化して地中管路の設計を行うだけでなく、地上の構造物も3D化して重機がどのように稼動するかを3Dで可視化するなど、多様な活用を図っています。

具体的な活用の1つとして、3Dモデル化により、従来の2D設計図では判別できなかった地中の既設埋設物と新設管路の干渉チェックを行っています。干渉チェックを行いながら3D設計を行うことは負荷となりますが、フロントローディングにより後々の手戻り防止や支障移転工事を最小化することなどが可能となります（図2）。

施工段階でもBIM/CIMを活用することにより、地中の既設埋設物をAR（Augmented Reality）グラスなどで作業前に把握でき、重機で掘削する際に水道管やガス管等を破損するといったトラブル

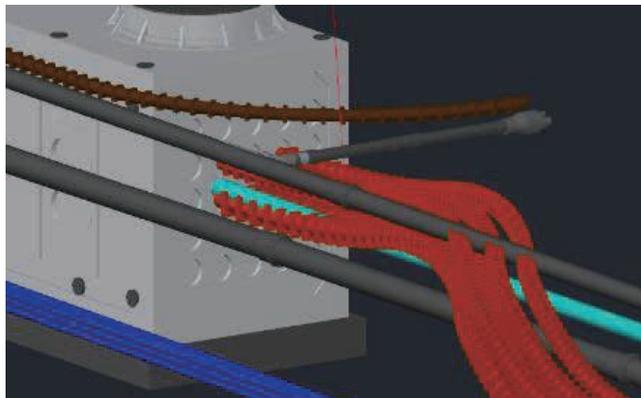


図2 CIMモデルによる干渉チェック



図3 ARによる地下空間の可視化

を防止できます。

AR活用に関しては、現場作業のスピードアップにもつながっています。電線共同溝の管路は電力系、通信系を合わせ10条以上の多条敷設となることも多く、既設埋設管を避けながら縦断・横断の同時カーブで配管するときなど、ベテラン作業員でも施工後の配管状況をイメージすることが難しい場合があります。AR活用により、新設管路と既設埋設管を3Dで可視化させたものを作業前に確認することで、経験の浅い作業員にも配管状況をイメージしやすくし、結果、配管作業の進捗アップにつながっています(図3)。

また、狭隘部のクレーン作業において、架空線との干渉チェックを行うことにより安全性向上が図れるなど、BIM/CIMを活用することによるメリットは多いです。

さらに、維持管理段階についての検討も進めています。現在は目視による点検が中心ですが、NTTグループでは、すでに電柱間や建物等をつなぐ架空線の切断、垂れ下がり、マンホール内のひび割れなどをAI(人工知能)による画像診断で判定できる技術があるため、その応用により電線共同溝の点検を実施するといったことも検討しています。

■地下埋設物の高精度把握

前述したBIM/CIM活用方法を効果的に実施するためには、①工事前の道路地下空間＝既設埋設物状況の高精度な把握と、②高精度な現況3Dモデルを設計、施工など

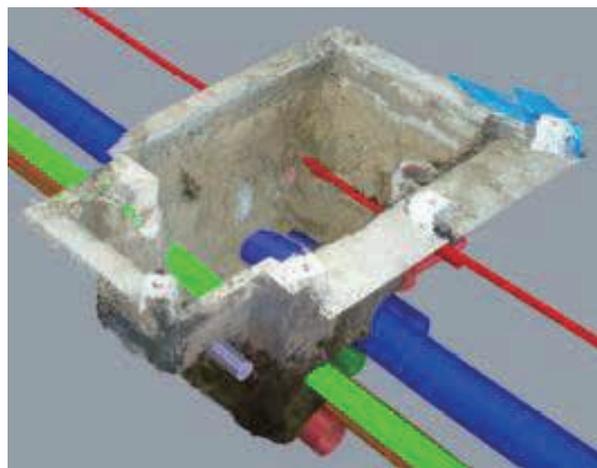


図4 点群測定

の各フェーズにおいて適切に更新するためのデータ最新性の確保が重要です。

水道やガスといった既設埋設物は管理台帳があるものの、ベースとなる図面が違うことなどが原因により、各社の管理台帳を重ね合わせても、実際の道路に埋められている位置と整合しないことが多いです。

このことから、当社では、地下埋設物探査をベースとした事前調査による高精度な現況3Dモデルの作成に取り組んでいます。

埋設探査の測定精度は現場環境に影響されやすいことやレーザの技術的特性から、これまで測定精度の確保が課題でしたが、部分的に試験掘を行い「試験掘による探査結果の補正」に取り組んでいます。

これにより、前述した干渉チェックの検討結果に意味を持たせ、BIM/CIMの導入

効果を発現させています。

また、試験掘溝の計測をこれまでのオフセット計測ではなく、点群測定にて実施することにより、現場作業の省力化を進めるなど、「事前調査」の改善を図っています(図4)。

おわりに

NTTインフラネットでは、社会要請となっている無電柱化のスピードアップに向けて、電線共同溝PFI事業へ積極的に参入し、その事業の中で、フロントローディングやコンカレントエンジニアリング等の方策を取り入れ、BIM/CIM活用やその効果発現のための地下埋設物探査等のDX技術を実践してきました。

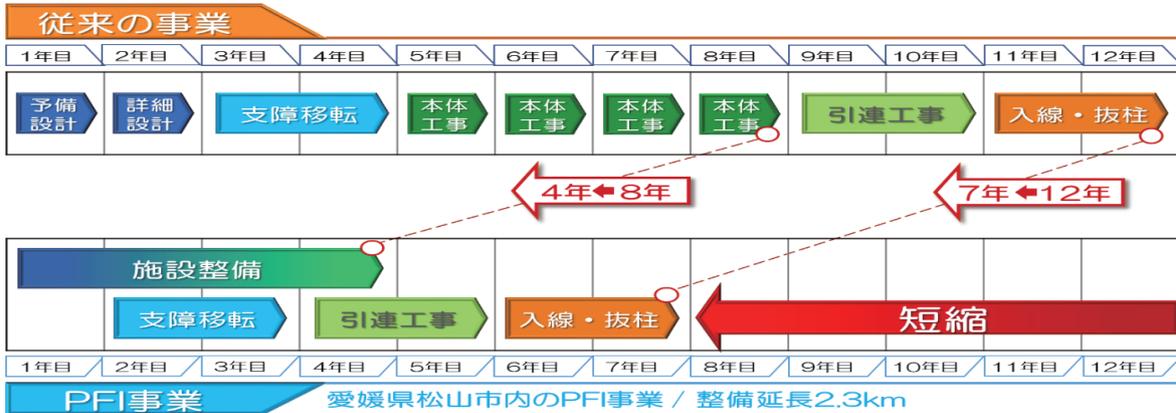


図5 PFIによる事業期間の短縮



図6 将来のデジタル化に向けたイメージ

その成果として、2018年に受注した整備延長2.3 kmの愛媛県松山市内における電線共同溝PFI事業では、設計から本体工事まで、従来なら8年は必要とされるところ4年で完成させています。さらに、入線・抜柱までの無電柱化の完了までは、従来なら12年必要とされるところ7年で終了させる予定で進めています（図5）。

また、地下埋設物の「デジタル化による設備保守」は、将来のあるべき姿と考え、その実現に向け、バックキャストिंगしてBIM/CIMの活用促進、さらにバックキャストिंगして地下埋設探査の導入促進に取り組んでいます（図6）。

包括委託方式のような新たな事業手法、BIM/CIMや探査データの補正等の新技術

の登場により、無電柱化事業を完結するまでの方策は日々変化しています。

当社が保有する無電柱化事業に関する豊富な経験を活かし、これからも積極的に新しい手法や技術を導入し、社会が求める無電柱化のスピードアップにこたえていきます。



北本 拓也

無電柱化は、道路の防災性向上における重要な施策の1つと位置付けられ、国策としても推進されている事業です。NTTインフラネットは、無電柱化のさらなるスピードアップに向け、今後も最新技術等を積極的に導入し、国策の推進に寄与していきます。

◆問い合わせ先

NTTインフラネット
 ソーシャルインフラデザイン本部
 ビジネス推進部
 TEL 03-6381-6434
 E-mail kitamoto-takuya@nttinf.co.jp



持続可能な社会の実現に向けたシェアリングビジネスの取り組み

NTTインフラネットのミッションである「地域社会の課題解決と価値創造に 取り組み持続可能な社会を実現する」に向け、今後一層力を入れていく「シェアリングビジネス（共同施工）」における各種取り組みと今後の展望について紹介します。

キーワード：#持続可能な社会、#共同施工、#シェアリング

にしろち かつなり
西内 克成

NTTインフラネット

集
萃

地域社会の各種課題とその解決に向けたシェアリングビジネス

各行政・各インフラ事業者では「設備の老朽化」「災害への対応」「行政職員の減少」「工事費の抑制」等、さまざまな課題を抱えており社会全体の課題となっています。

これらの課題を解決していくには、事業者単位で個々にオペレーションを行っていくのではなく、インフラを社会全体のものとして捉え、各事業者が協力しながら対応し、その中で価値を見出して課題解決していく「ソーシャルインフラ」という考え方が重要だと考えています。

NTTインフラネットでは、「シェアリングビジネス」のさらなる推進を着実に実施していくことで、社会課題解決の一翼を担い、他企業との共創という新たな価値創造へとつなげていくことにより、サステナブルで豊かな社会の実現をめざしていきます。

シェアリングビジネスとは

当社は、1999年の創業以来、NTTグループが全国に保有する通信基盤設備の維持・運用に関する業務を一元的に実施してきた「設備管理のスキル・ノウハウ」を持っている強みがあります。また、設備管理を通じた国・自治体・各ライフライン企業との交渉・調整および調整を通じて工事〔CCB (Concrete Cable Box)、BOXカルバート、橋梁、上下水道等〕を受託してきた実績があります。

これらの強みと国・自治体・各インフラ事業者・民間企業が実施する各事業をシェアリングすることにより、安心・安全・快適な街づくりに貢献してきました。

NTTが保有する設備は主に道路に占有しているため、道路管理者が実施する道路事業等が起因となりNTT設備の支障移転が生じ、それに並行するように他社の設備でも同様に支障移転が発生することが多く

あります。通常であれば「他社工事の実施」「NTT工事の実施」と連続して工事を行うこととなりますが、地域住民の皆様にとっては「また同じところをなぜ掘っているのか?」と思われる工事の影響を長期間受けることとなります。

そこで、当社が持っている強みを活かし、他社および道路管理者との調整・協議を行い、同一掘削断面で他社設備およびNTT設備の支障移転、さらには公共工事の一部も受託し一緒に共同施工を実施することで「掘削回数の低減」「掘削土量の軽減」「工事期間の短縮」「通信の安全確保」等、さまざまな効果を発現させることができ、「住民の皆様への影響軽減」「地球環境の保護」「交通空間機能の確保」「工事コストの削減」へつなげることができるものです（図1）。

これまでの主な実績

シェアリングビジネス（共同施工）の主

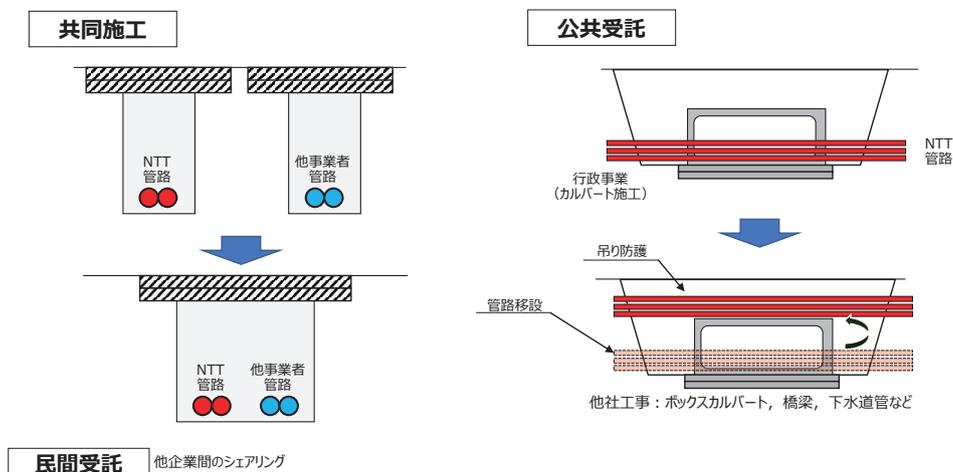


図1 代表的なシェアリングビジネス

な起因である支障移転工事を計画する際は、「NTT設備、ひいては情報通信の安心・安全を守る」という使命のもと、各行政と協議を実施したうえで計画しており、その件数は年間約1800件にも及んでいます。これまでNTTインフラネットで実施してきた「シェアリングビジネス（共同施工）」は、2020年度69件、2021年度120件、2022年度95件、2023年度133件と着実に実績を積んできており、支障移転工事に対する実施率は約8%（2023年度時点）となります。

シェアリングビジネス（共同施工）の技術的な工夫

シェアリングビジネス（共同施工）として受託してきた主な公共事業は、橋梁架け替え工事、電力、ガス、上下水道、舗装本復旧、河川BOXカルバートなど多岐にわたります。このように、NTTインフラネットでは、通信土木工事のみならず、一般土木工事についても数多く対応し、シェアリングビジネスを進めるうえで多くの技術的工夫を企画・提案してきました。以降、実施してきた主な技術的工夫について紹介します（図2）。

(1) 活線移設

ケーブルの撤去、新設、切り替えを実施しないで活線のまま管路ごと移設するものです。ケーブル切り替え工程を削減できるため、工期短縮・工事費削減に大きく貢献できます。

(2) BOXカルバート横引き工法

通常BOXカルバートはクレーンなどで設置しますが、クレーン設置個所の確保、架空線の撤去・仮移設等を伴います。横引き工法では、架空線の移設回避とクレーン設置個所の軽減が図られ、事業全体の工期短縮、移設工事費の大幅削減を図ることができます。

(3) ワイヤソーにより橋梁分割撤去

橋梁上部工や下部工（橋台）の撤去時に有効な工法です。NTT設備や他社の設備が取り壊す橋梁に近接設置されていて、ブレーカーなどによる破碎取壊しが困難となる場合に有効で振動騒音の軽減も図れる工法です。



図2 シェアリング工場の技術的工夫

(4) 放電破碎工法によるフーチング（底盤）撤去

橋台フーチング部は取り壊すコンクリートのボリュームが大きく、振動、騒音が多く伴ってしまいます。放電破碎工法は連続騒音や振動の発生を抑制でき、市街地での取り壊しに有効な工法です。

(5) ハイブリッドBOXカルバート（現場打ちと2次製品の併用活用）

地下鉄、地下歩行空間BOXカルバート、NTTとう道と3層構造となる工事で採用しました。断面方向の設置スペース確保を目的に、とう道下半分と地下歩行空間上床版を現場打ちコンクリートで一体構造とし、とう道上半分を2次製品にして工期短縮を図ったものです。

いくためには、業務上における数多くの課題解決を図っていく必要があります。これら課題を1つひとつ着実に解決していき「シェアリングビジネス」の発展・さらなる推進を図ることにより、「地域社会の共創パートナー」として成長を遂げていきたいと思っています。

おわりに

NTTインフラネットでは、従来の支障移転起因の共同施工はもとより、各行政および他企業との共同施工も実施してきました。今後は、各事業それぞれで実施してきた共同施工を一体的に運営することにより、さらなる経験値の向上や他事業との相乗効果を高めて進めていき、「シェアリングビジネス（共同施工）」の実施率向上をめざしていきます。

また「シェアリングビジネス」における今までの経験をさらに全国へ水平展開して



西内 克成

社会基盤ビジネス推進部門は、「シェアリングビジネス」のさらなる推進を着実に実施していくことにより、さまざまな社会課題の解決に向け貢献していくことでより存在価値を高め、新たな価値創造（他企業との共創〈シェア〉）へとつなげ、サステナブルで豊かな社会の実現をめざしていきます。

◆問い合わせ先

NTTインフラネット
 ソーシャルインフラデザイン本部
 ビジネス推進部 社会基盤ビジネス推進部門
 TEL 03-6381-6222
 E-mail syaki_bijisui@nttinf.co.jp

新たなニーズに対応した社会インフラ構築の取り組み

カーボンニュートラル、SDGs（持続可能な開発目標）の取り組みなど、再生可能エネルギーへの注目度が高まっており、太陽光・陸海風力発電を主とした大規模な開発が加速しています。また、2022年にデータセンタの市場規模は2兆円の大きさに乗れ、クラウド技術の発展によりニーズが高まり、今後もさらなる規模拡大が予想されています。NTTの通信土木設備の構築や維持管理を一元的に管理するNTTインフラネットは、その技術とノウハウを、再生可能エネルギーやデータセンタのルート構築に展開しています。

キーワード：#再生可能エネルギー、#データセンタ、#ネットワーク

いのぐち たるう
井ノ口 太郎

NTTインフラネット

集
萃

再生可能エネルギー自営線構築事業

NTTグループが全国で所有する膨大な通信ネットワークは架空配線や地下配線、橋梁添架などさまざまな占用形態で構築されています。特に通信土木設備を建設、保守しているNTTインフラネットは、長年培ってきた高い技術力とノウハウに加え、47都道府県全てに拠点を持っていることで全国の案件に対応できる体制を活かしたビジネスを展開しています。

再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）が注目されメガソーラー建設が進む中、当社は2016年に「自営線構築事業」を立ち上げ東北エリアをはじめ、東海、四国エリアに事業を広げ、今では全国各地の太陽光発電や風力発電の開発に取り組んでいます。通信土木の構築ノウハウを電気分野に活かして「再エネ自営線構築」を進めています。自営線構築延長は、事業化当初数kmから長くても20km程度でした。FIT価格低下に伴い、発電効率アップや事業個所が特定されたここ数年では40kmを超え

る事業もあります。距離が増すほどネック個所も増えて複数ルートの検討が必要となってきますが、これまでの多くの実績からスピーディなルートコンサルティングを実現しています。

発電事業者が要望する自営線の共通ポイントは「占用ルート・費用・スケジュール」です。私たちに与えられる条件は発電所から供給先の位置と発電規模であり、その間をつなぐルート検討から始まります（図）。

■ルートコンサルタント

発電規模から通電電流を想定し、ケーブル



図 再生可能エネルギー自営線構築事業

ル・電線の仕様を暫定的に決めます。次に管路・マンホールサイズを検討し、既設道路やインフラの状況を確認しながら、ネットワーク個所の課題をクリアできそうな最適ルートをご提案します。自営線ルートは一般の公道を占有するだけでなく山間部の林道を占有する場合も多く、鉄塔架空によるショートカットも視野に検討を進めます。民地を利用した設備構築のケースもあり、自営線ルートの決定は発電事業者、施工者が地域住民の理解を得ながら取り組む姿勢が必要不可欠です。複数のルート案を検討のうえ発電事業者と協議を重ね、自営線ルートを決定していきます。

■詳細設計・占用申請

次は詳細設計と占用申請ですが、図面作成を進めつつ道路管理者や河川管理者、時には地権者との交渉も含め自営線設計を固めていきます。既存のインフラ事業者との協議も重要で、特に架空配線では地域電力会社の電線離隔協議を中心に実施します。地下配線で配慮する点は、水路などの暗渠を下越する場合です。基準の土被り以上に埋設する場合、熱放散の通電電流を検証する場合があります。通電品質を担保するためケーブル間どうしの離隔や許容電流に影響がある場合は、ケーブルサイズアップを検討し設計を進めます。地下ケーブルの引き入れ計算などを経て図面・数量計算を作成し工事費の算出を実施します。

■自営線構築工事

自営線の施工では、管路・マンホールの設置から特高地下ケーブルの敷設、電柱・鉄塔・架空電線の構築まで実施します。発電事業全体・周辺工事とのスケジュール調整など、円滑な施工管理で運転開始時期を厳守しています。最近の課題はやはり物価高騰による管路材料・マンホール・ケーブル類の材料費が安定しないことです。特に電気ケーブルは銅建値の変動が激しく設計時と施工時の工事費に大きく影響します。発電事業者との協議を欠かさず、着手時の工事費を決定するよう心掛けています。

■今後の展開

これまでは大規模発電の自営線構築を中心に活動してきましたが、経済産業省の進める政策のうち、自治体等に補助金支援を行う「脱炭素先行地域」や再生可能エネルギーの地産地消型の推進事業である「マイ

クログリッド」という分野にも力を入れています。

また、風力発電事業では風車本体・ブレードの大型輸送に必要なルート検討のニーズもあります。MMS (Mobile Mapping System) を用いて風車輸送路の支障物を特定し、支障移転範囲を明確にしながら行政や自治体をはじめ、各関連企業との協議を代行するなど業務分野を拡大していきます。

データセンタ関連ネットワーク事業

データセンタは企業活動や行政サービス、銀行、製造業、医療、教育、サービス業など、あらゆるビジネスの遂行や快適な社会生活を送るために欠かせないインフラとなっています。NTTグループで培った空間マネジメント力を最大限に活用し、地下ルートを基本とした安全性の高いデータセンタ関連のネットワーク構築を実現します。

■データセンタ間ネットワークの構築

AI (人工知能) の普及に伴うGPUサーバのニーズ拡大やデータの大容量化、ハイパースケーラーのサービス拡大を支える大規模なデータセンタ群の存在があります。これらの爆発的増加に伴いデータセンタ間を結ぶネットワーク構築のニーズも高まっています。データセンタ間ネットワークには既存ネットワークを利用するのではなく自営の光ファイバを敷設することが多いため、そのニーズにこたえる必要があります。

工期、コスト、ネットワークの総距離などの要素のうち、いずれを重視するかにより最適なルートデザインは変わってきます。例えば地下にケーブルを埋設する際、他企業の既設管路等の輻輳化によって新規管路の埋設が難しい場所があると、そのルートを避けたほうが効率的となる事例もあります。そのため基本的には電力線の構築と同様の強みを活かし、ワンストップでデータセンタ間ネットワークのニーズに対応しています。

■既存設備の活用を考慮したルート提案

データセンタ通信ネットワークの構築は、安全性と信頼性を高める必要があり、データセンタ間の冗長化要望が多くあります。ハイパースケーラーはキャリアに厳しい品

質と安全性・経済性を求めています。現状の通信設備は既存設備を活用して配線することが可能で、NTT地下設備、他企業地下設備、電線共同溝、情報ボックス、軌道トラフなどが挙げられます。これらの設備の空きスペースを利用することで、新設する管路工事を抑制し経済的かつ安全性の高いルートを構築できます。当社は既存設備の利用折衝や事務手続き、ルートコンサルティングから設計・施工までワンストップで対応が可能です。

■大規模化するデータセンタの敷地内管路構築

最近ではデータセンタがますます大規模化しており、1拠点の敷地内に10棟のデータセンタを建設するようなケースもあります。当社はこのようなケースで造成地に必要となる地下設備を丸ごと整備するスキルやノウハウを持っています。また、同時に電線共同溝を整備するケースもあり地中化整備を強みとする当社はあらゆる通信土木設備を同時に整備することができます。

■今後の展開

昨今、グリーンエネルギーを使用するデータセンタが増えているため、前述した「再生可能エネルギーの自営線」を敷設するニーズは増加すると予想しています。データセンタ間ネットワーク事業とも連携して当社の強みを訴求しつつ、そうしたニーズにこたえていきたいと考えています。



井ノ口 太郎

ルートコンサルティングから設計・施工までワンストップで対応します。通信土木設備のノウハウを電力分野に広げ、再生可能エネルギー、データセンタのネットワーク構築に貢献します。

◆問い合わせ先

NTTインフラネット
ソーシャルインフラデザイン本部
ビジネス推進部 社会基盤ビジネス推進部門
TEL 03-6381-6222
E-mail saiene@nttinf.co.jp



Smart Infra構想の社会実装を支えるプラットフォームと各種アプリケーション

NTTインフラネットは日本全国にあるインフラ設備の維持管理に関するDX（デジタルトランスフォーメーション）を実現すべく「Smart Infra構想」を掲げています。本稿では背景にある課題、Smart Infra構想の概要、また構想実現に向けインフラDXを推進するうえで重要な役割を果たすSmart Infraプラットフォーム、各種アプリケーションについて紹介します。

キーワード：#スマートインフラ、#シェアリングエコノミー、#BPO（業務代行）

増田 修士
高見 優

NTTインフラネット

社会インフラ分野が抱える課題の解決をめざすSmart Infra構想

NTTの通信インフラ設備の建設は、1960年代から1980年代前半がピークであり、建設から50年以上経過しているものは2020年3月時点で約30%でしたが、2030年には約70%、2040年には約90%になる見込みです。一方、通信インフラ設備を保守する人員は、今後急激な減少が見込まれ、人員不足という深刻な課題を抱えています。これまでの社会インフラ設備の構築・保守は、各インフラ事業者が自社の設備を構築・保守し、サービスを提供するビジネスモデルが一般的でした。しかしながら、このモデルは、環境汚染、運用維持コストの抑制、社会資本や資源の効率化等の観点で課題を持ちます。NTTインフラネットでは「Smart Infra構想」を掲げ、保守人員不足の課題対処も含めて、社会インフラ全般の維持・運用業務をICTの活用により高度化し効率化すること、またシェアリングエコノミー（共用化）の実現により限られたリソースでインフラ設備の維持を可能にすることを基本としています。インフラ産業におけるシェアリングエコノミーには次の3つが考えられます。

■マンパワーシェアリング

人手そのものをシェアするという考え方です。例えば、工事立会稼働の共用化です。工事により道路を掘削する際に関連するインフラ事業者各々が現場へ出向き、自社設備を損傷させないように確認していたものを、ウェアラブルカメラなどを活用して代表者のみが現場に出向く仕組み、もしくは

工事实施者がすべての関係者に映像を共有して立会を行うことです。

■テクノロジーシェアリング

新技術を業界横断的に展開することです。GNSS（Global Navigation Satellite System）・RTK（Real Time Kinematic）^{*1}などの測量技術やICT建設機械の高度化などが代表例であり、業務の効率化につながると考えています。

■データシェアリング

各インフラ事業者が保持しているデータを事業者間で相互利用することにより効率化を図るという考え方です。インフラ設備情報を共用化し、デジタルツインとして活用することこそが、Smart Infra構想の基本的概念です。そのデータシェアリングの共通基盤が「Smart Infraプラットフォーム」（SI-PF）です。

Smart Infraプラットフォーム：高精度地図を基にした設備位置整合やデータベース連携が可能な情報流通基盤

SI-PFとは、各インフラ事業者間において、各事業者が保有する地下埋設設備の情報を高精度な3D位置情報（高精度3D空間情報）と紐付けして管理し、「データ」の相互利用を可能とする新たなプラットフォームです（図1）。SI-PFは、2019年より開発に着手し、2020年12月に自社内にサービス提供を開始しました。現状では、データに関する統一的な規格がなく、また正確な設置位置に対して誤差がある状況で運用されており、相互利用に向けた障壁となっています。

NTTインフラネットが整備する高精度3D空間情報は、高精度な位置精度を保有しており、道路境界および道路上のマンホール、地上・地下出入口の位置など他の情報が自身の正確な位置を出す際の基準として利用することで、正確な設置位置を導き出すことが可能です。各種データに正確な位置情報を付与して共有することが、インフラ業界のデータドリブン^{*2}運営のために欠かせないと考えています。SI-PFの基本機能である高精度3D空間情報を共用化し、さまざまな業務アプリケーションや各分野のデータと連携させることにより、自社・他者業務のDX（デジタルトランスフォーメーション）を実現させることをめざしています。NTTインフラネットは、このプラットフォームと連携するアプリケーションをすでに複数提供しています。図2にそれらアプリケーションと社会インフラ設備の設計・構築・維持管理業務の関係を示しています。これ以降、各アプリケーションについて紹介します。

■立会受付Webシステム

(1) 埋設物の照会・受付を一元化し大幅に効率化

道路工事を行う際は埋設物の有無を確認するため、従来は掘削事業者が複数のインフラ事業者に営業時間内の電話またはFAX、メールなどで個別に連絡し、現地立会の要請および地下埋設物照会が実施され

*1 RTK：地上に設けた独自の基準局の補正位置情報を加味し、位置情報の精度を上げる技術。

*2 データドリブン：企業運営のために必要な意思決定をデータを基に判断し実行すること。

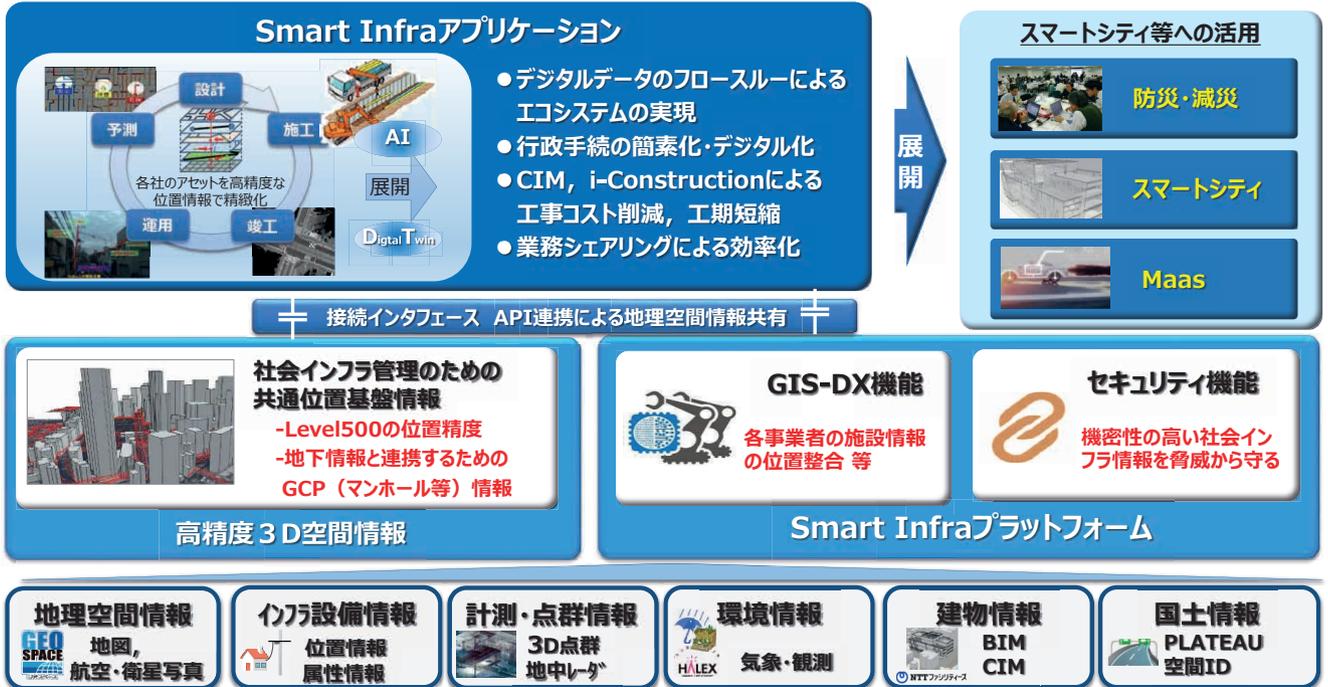


図1 Smart Infraプラットフォームの概要



図2 Smart Infraプラットフォームを活用したアプリケーション

ており、掘削事業者およびインフラ事業者の双方で稼働がはかかっていました。こうした業務負担を軽減する目的で開発されたのが「立会受付Webシステム」です。Web受付により24時間、埋設物の照会申請が可能であり、インフラ事業者ごとにではなく一括での申請が可能です。申請された工事情報はリアルタイムにインフラ事業者へ通

知されます。さらに紙の図面ではなくデジタルデータで工事情報や工事の位置情報を共有できるため大幅な業務効率の向上を実現できます。このシステムは2020年度からまずNTTグループ内で利用され、現在はグループ外を含む35のインフラ事業者の照会の受付に利用されています。各種施工事業者による照会の申請件数は毎月10万件に

ものぼります (図3)。

あつてはいけないことですが、事前に照会を行わず安全性を確認しないまま施工してしまう「未照会工事」も存在します。照会業務が面倒であることが原因の1つと考えられます。NTT 東日本と東京ガスが立会受付Webシステムにより共同受付を開始したエリアでは、未照会工事が約2割減

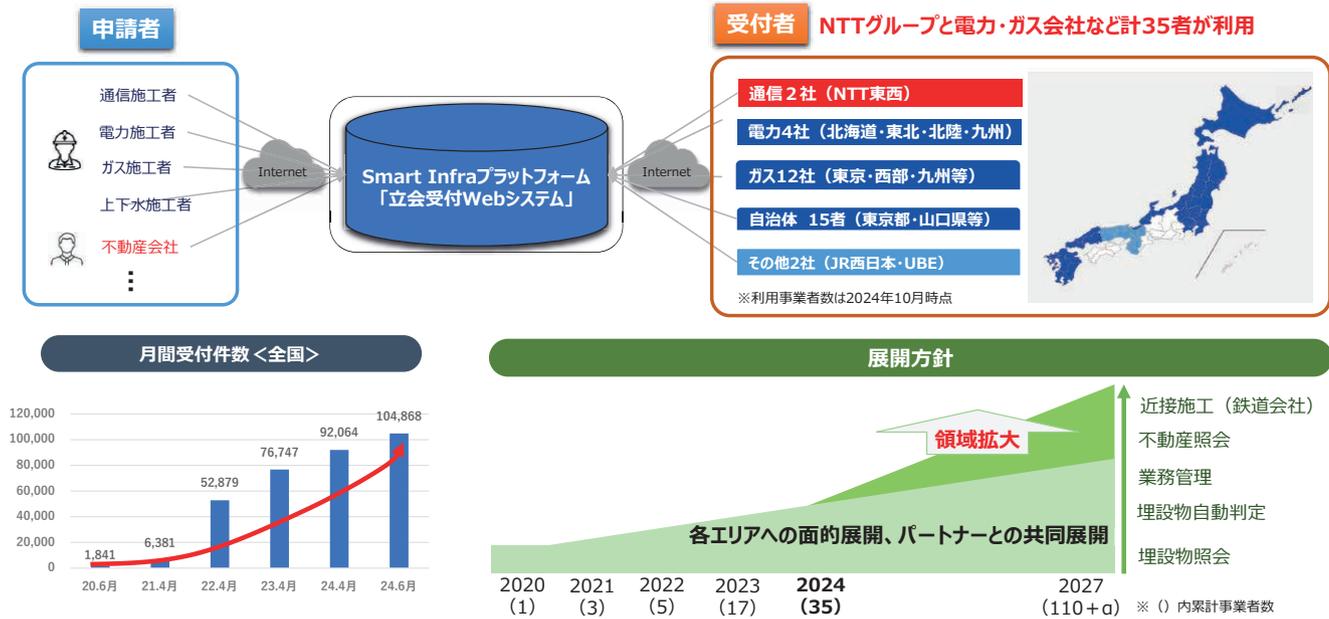


図3 立会受付Webシステム導入状況

少ししました。東京商工リサーチによる調査ではライフライン埋設物照会システム市場において、立会受付Webシステムは2022年度の売上および埋設物照会件数のシェアがNo.1でした。ガス、電力、上水、通信、その他の埋設設備を保有するインフラ事業者が共同で照会を受け付ける事例も増え、九州では4社共同による受付も開始されました。このような共同受付の輪が全国に拡大しています。さらなる効率化や利便性向上に役立つ追加のオプション機能も用意しています。

- ① 埋設物有無の自動判定：施工事業者から申請された工事範囲に埋設物があるかどうかを自動で判定します。埋設物がない場合には施工業者に自動で返信も行われます。
- ② 立会業務管理：工事範囲における埋設物が確認されて以降、協議予定の確認、協議結果の記録、担当者の手配、立会現場からの直接報告投入、工事の結果確認など工事立会に関する業務を一元的に管理するシステムです。
- ② 機能拡充により立会受付Webシステムのさらなる提供拡大をめざす

2024年には立会受付Webシステムの追加オプションに新たな切り口での受付機能が2つ加わりました。

- ① 地上工事 (近接施工協議)：鉄道の線路近くで工事を行う際、足場が転倒し架線を切断するなどの事故が起きると鉄道の運行に影響が出てしまいます。そのため地下埋設物と同様に事前協議が欠かせません。業務内容が似通っていることから立会受付WebシステムによるDXが可能と判断し、鉄道会社による近接施工協議の受付業務への利用を想定したオプション機能を開発・追加しました。2024年6月にはJR西日本による提供を開始しており、今後JR系列企業や大手私鉄会社への展開を図っていく方針です。

- ② 不動産照会：宅地建物取引業法には買主・借主に対しどのようなガス、電気、上水、下水を利用できるか、といったことを宅地建物取引士が重要事項説明書に記載し説明することが義務として定められています。そのためインフラ事業者に関問せを行うという業務が頻繁に発生するのですが、この業務も従来はアナログなやり方で進められていました。そこで立会受付Webシステムの仕組みを活かし、不動産業界におけるインフラ設備の照会業務を効率化する機能を開発・追加しました。埋設物の照会とセットでインフラ事業者

に提案しやすいことを活かし、ビジネス拡大につなげる方針です。

■道路工事調整システム

路面を頻繁に掘り返し埋め戻すのは資源有効活用の側面からも好ましくありません。そこで道路管理者と関係するインフラ事業者が年に数回ほど集まり、共同施工により掘り返す回数を減らすような調整を行います。自治体により詳細は異なるものの、この道路工事調整会議は道路管理者の義務として実施する工程となっています。道路工事調整会議の流れはまず道路管理者が関係するインフラ事業者すべてに工事計画の提出を依頼し、得られた回答を集約することから始まります。紙でのやり取りが発生するケースも珍しくないなど稼働の多い作業であり、道路管理者の負担は大きいです。年に1度しか行われないケースもある道路工事調整会議のタイミングでしか調整できないため、期中での柔軟な調整が難しいことも課題の1つです。

道路工事調整会議は従来アナログ的なやり方で進められていることが多いため、DX化により効率化を図ることを目的とし「道路工事調整システム」を開発・提供しています。システム側で地図データを持ち、その地図上に各インフラ事業者が工事情報を入力していくため、道路管理者が従来手



図4 スマートメンテナンスツールの概要

作業で行っていた工事情報の集約作業の稼働を大幅に削減できます。また共同施工が可能な個所をシステム側でマッチングさせるため、その情報を基に調整が進めやすくなります。従来の道路工事調整会議の進め方では道路工事計画に変更があるとその情報を反映して調整し直すことは難しかったのですが、道路工事調整システムであれば計画変更の情報も即時に反映されるため随時工事調整を行えるというメリットもあります。

工事調整を行いやすいため共同施工も実現しやすく、インフラ事業者にとっても工事負担を減らせるというメリットがあります。本システムは2024年度、静岡市で利用中ですが、2022年度より商用利用に向けたトライアルを実施いただいた結果、関係者を対象とするアンケート調査ではシステム導入効果があるという多くの回答を受けての導入決定でした。

■BIM/CIM流通システム

BIM (Building Information Modeling) /CIM (Coherent Ising Machine) 流通システムはインフラ設備の計画、調査、設計から維持管理の工程まで3次元モデルをベースとした情報共有を行うためのシステムです。PFI (Private Finance Initiative) 事業スキームによる無電柱化の取り組みにおいて重要な役割を果たしています。道路管理者と電線管理者、施工会社、維持管理

会社、占所有者、建設コンサルタントなどすべての関係者が1つのシステムを利用してデータ共有や関連情報の一元的な管理を行えることが大きな特長となっており、共有するデータが2次元データのみプロジェクトであっても本システムによる情報流通のメリットを享受できます。

■スマートメンテナンスツール

NTT設備の点検業務効率化を目的にNTTインフラネットが開発し自ら使用している「スマートメンテナンスツール」を他のインフラ設備に応用する取り組みを進めています。設備の情報や点検結果を地図データと関連付けて管理できるツールであり、現場でタブレット端末により点検対象となる設備の台帳データを参照できます。点検の際は写真を撮影し地図上で場所を指定してアップロードすることで、点検結果が位置情報と関連付けてデータベースに登録されます。劣化などの問題がある場合は写真にタグ付けすることでその内容も一緒に登録できます。下水道の現地点検をターゲットとし提案活動を進め、ある自治体での導入が決まっています。今後は登録された写真からAI (人工知能) が自動診断し問題を発見する、またAIが発見した問題は有スキル者が詳しく診断するといった活用も考えています。有スキル者が点検現場に赴く必要がなく、人的リソースの有効活用にもつながります。多くの分野で設備点検

業務の負担に悩みを抱えていることを理解していますので、幅広い分野でご利用いただくことを視野に入れ提供拡大に取り組んでいます (図4)。

インフラメンテナンスの広域化・多目的化・複合化によりビジネスを拡大

今後は人口が集中する自治体と減少する自治体の2極化がさらに進むと予想されます。社会インフラを維持し続けるには人的にも予算的にも限られたリソースを最大限に有効活用することが重要との考えから、既存の行政区域に拘らず広域で複数の施設をシェアリングし、設備の維持管理業務も集約する取り組みが進んでいます。例えば埼玉県秩父地域において複数の市や町が推進する水道事業広域化の取り組みでは、施設の統廃合により119億円のコスト削減効果があると試算されています。NTTインフラネットはこのようなインフラメンテナンスの広域化に加え、複合化を進めていくべきと考えています。道路や公園、公共施設などの維持管理では、定期巡回、落下物処理、除草・剪定、補修・修繕といった、似たような業務が少なくないのです。現状ではそれぞれ別のインフラ事業者や人員が対応していますが、包括的な委託契約や業務代行により維持管理の対象を複合化し業

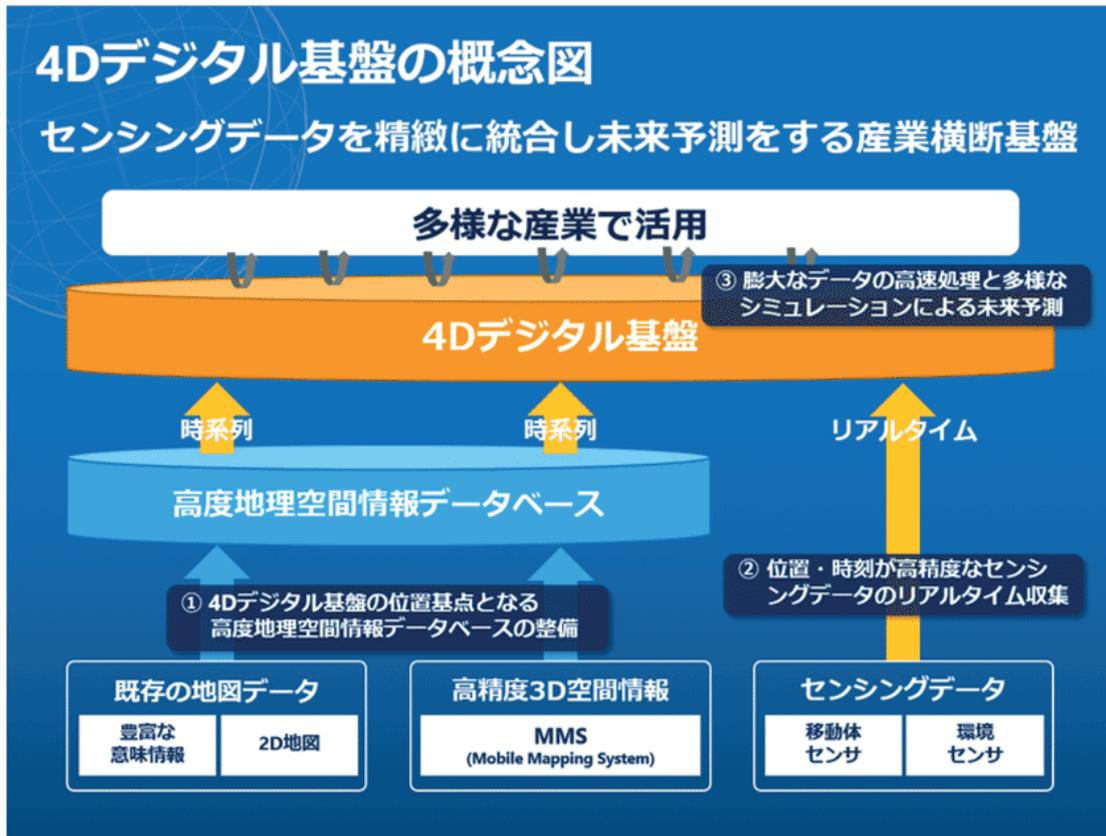


図5 4D デジタル基盤の概念図

務を集約することで、リソースを有効活用しようというねらいがあります。また単に業務を集約するのではなく、当社が得意とするICTによる効率化と組み合わせることで、より大きな効果が期待できます。すでに三重県明和町がこのようなインフラメンテナンスの包括的民間委託に取り組んでおり、NTTインフラネットが業務を受託しています。業務の複合化や代行の取り組みで重要であるのは業務をいかに助けるかです。ツールの提供を目的とするのではなくBPO (Business Process Outsourcing) として地域全体の手助けをするようなかたちでビジネスにしていきたいと考えています。

さらなるDXの追求による社会問題の解決・新たな価値の創造

Smart Infraプラットフォームを活用してさらなるDX化を進めていきます。SI-PFの骨格である高精度3D空間情報は、NTTグループが進めるIOWN (Innovative

Optical and Wireless Network) 構想における「デジタルツインコンピューティング (DTC)」を支える基盤である「4Dデジタル基盤」を構成するデータベースへの利用が期待されています。

4Dデジタル基盤では、既存の地図データのさらなる高精度化を図った「高度地理空間情報データベース」を保有し、そのうえでさまざまなセンシングデータなどを瞬時に収集し、AI技術による分析・未来予測することで、さまざまな社会問題の解決や、新たな価値創造ができる産業横断基盤の実現をめざしています (図5)。

NTTインフラネットは、NTTグループ全体の基盤設備に関するエコシステムの構築とデータドリブンな業務運営体制への変革をめざし、自社のDX化を推進しています。このような自社のDX化の成果は、Smart Infraプラットフォームの活用事例でも紹介したように、社会や他のインフラ事業者のDX化を図っていくことにもつながっていくと考えています。インフラ設備の点検

や設備管理、修理業務のBPOなど、他の事業者様が抱える各種課題解決に向け、NTTグループの技術・ノウハウ・資産を活用したスマートインフラ事業をベースとし、他者のDX支援にも取り組んでいきます。



(左から) 増田 修士/ 高見 優

Smart Infraプラットフォームなどの社会を支える仕組みやシステムを活用した、設備マネジメントおよび社会インフラDX化を推進し、地域社会の課題解決と価値創造に取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTインフラネット
スマートインフラ推進本部 企画部
TEL 03-5829-5250
FAX 03-5823-6058
E-mail si_kikaku@nttinf.co.jp



電子地図シリーズ“GEOSPACE”を核とした新たな地理空間情報の付加価値サービス創造の取り組み

NTT東日本・西日本やNTTコミュニケーションズ・NTTドコモが所有する電柱や地下管路等の設備管理用背景地図として、1970年代に基盤研究が開始されたGEOSPACE電子地図は、2000年にグループ外市場への販売も開始し、現在は、航空写真、地番地図、GEOSPACE CDSや住所情報など多くのラインアップを備え、電子地図を核としたビジネス領域拡大を図っています。さらに近年では、土地や建物と住所情報等を活用し、高精度に物件を特定可能な不動産IDビジネスを推進しています。本稿では、地図情報の整備や変遷、今後のビジネス展開の展望について紹介します。

キーワード：#地図ビジネス、#空間マネジメント、#不動産ID

くりやま ゆうぞう

栗山 雄三

たじま ひであき

田島 秀昭

NTTインフラネット

NTTにおける地図ビジネスの変遷

NTTにおける電子地図は、電柱や地下管路などの設備情報をGIS（Geographic Information System：地理情報システム）で効率的かつ精度良く維持管理することを目的として、1970年代からNTT研究所の技術も活用し、各種施設や設備情報を正確にプロット可能で、効率的かつ高精度に維

持管理に貢献することができる地図情報として制作され、継続的に販売されています。

2000年にNTTグループ外市場への販売を開始した以降、高精度な地図情報をNTTグループ外へ提供する事業を展開していたNTT空間情報とNTTインフラネットが2020年に合併し、「GEOSPACE」という新しいブランドで電子地図、航空写真、地番地図など多くのラインアップを備え、電子

地図を核とするビジネス拡大を図りました。

2020年からは多様なICTを用いて社会インフラ全般の維持・運用業務の高度化をめざしSmart Infra事業を推進するNTTインフラネットに事業を継承し、従来の2500分の1縮尺地図に加え、都市部における500分の1縮尺の高精度3D空間データの整備にも取り組んでいます（図1）。

地図情報サービスの中核を担う電子地図

NTTグループにおける地図制作の歩み

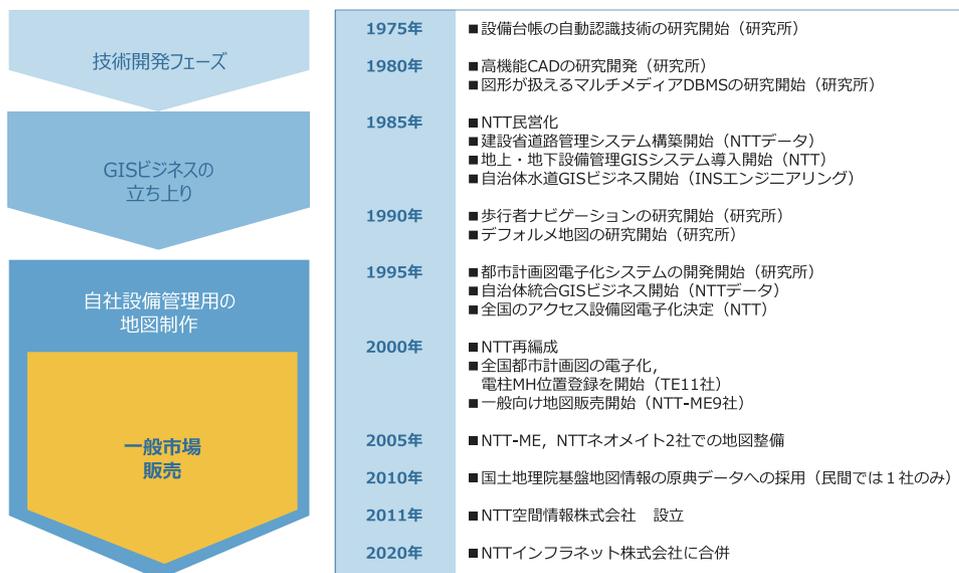


図1 NTTグループにおける地図制作の歩み

GEOSPACE 商品・サービス一覧



図2 GEOSPACE商品・サービス一覧

シリーズGEOSPACEは、地図情報レベル2500分の1と大縮尺で精度が高く、国土交通省公共測量作業規定に準拠して撮影された航空写真成果を基に地図制作をしていることから、市街地以外の地域でも家屋の形状が正確に示されています。そのため民間の地図情報としては唯一、国土地理院の基盤地図情報の原典データに採用されています。

NTTインフラネットでは、高い位置精度と全国網羅性を誇る電子地図GEOSPACEを活用し各種サービスやソリューションを提供しています。電力・ガス・通信事業者等のインフラ設備事業者に加え、行政が維持管理する施設情報のスマート化に向けGEOSPACEをベースとした空間マネジメントに活用する取り組みは、今後のSmart Infra構想の重要な要素の1つとなっています。

空間マネジメントビジネスの展開

■ GEOSPACEシリーズについて

GEOSPACEシリーズの商品・サービス

を図2に示します。GIS基盤コンテンツとは、GEOSPACEのあらゆる製品・サービスの基盤となる製品群です。電子地図、航空写真、地番地図、行政区ポリゴン、衛星画像といった、いわば「地図や画像そのもの」をラインアップしています。また、コンテンツ単体としても、GISベンダが開発しユーザへ提供する各種GISサービスへの組み込み用途でも活用いただくことが可能となっています。

電子地図、航空写真、地番地図、行政区ポリゴン、航空写真3D、衛星写真のGIS基盤コンテンツはそれぞれGISの背景データとして活用するほか、設備情報や顧客の固有情報と組み合わせた各種分析データとして利用することもできます。

クラウド配信サービス・API (Application Programming Interface) サービスは、GEOSPACEの基盤コンテンツを配信するためのプラットフォームとして、主にGISベンダ向けにGISシステムとの連携サービスを提供しており、サービスの活用シーンとして主にGISベンダが自社のGISアプリ

ケーションとGEOSPACEのGIS基盤コンテンツを連携させた利用を想定しています。また、地方自治体など公共系事業者のセキュアなネットワークLGWAN（総合行政ネットワーク）専用のASP (Application Service Provider) サービスも用意されています。

エンドユーザ向けには、GISエンジンなど特別なソフトウェアやシステムを用意することなくWebブラウザから利用可能なWebサービスが複数用意されており、Webブラウザで簡単に地図利用や加工・編集が可能な「GEOSPACE CDS プラス」や「ちばんMAP」も提供しています(図3)。

GEOSPACEシリーズは、顧客の利用目的に応じたさまざまな付加価値コンテンツ、さらにはお客さま設備データなどを組み合わせることにより、今まで可視化できていなかったものが見える化し、顧客の業務用途や目的に応じた新たなソリューションサービスの開発も行っています。

■ 地番ビジネスの拡大について

ちばんMAPは法務局が管理する公図を

Web アプリ開発者様向けに API の提供を新たに開始。API を活用することで、独自にアプリケーションを開発することなく、地番および筆界表示機能等を各種業務システムに組み込むことができます。



※「GEOSPACE CDS」とは GEOSPACE 電子地図および航空写真・衛星画像を、クラウド環境で簡単にご利用いただける、インターネット配信サービスです。

図3 GEOSPACE CDS サービス概要

ベースに、GEOSPACEの電子地図データを組み合わせて地番筆界付きのベクトルデータとして整備したものとなっています。このちばんMAPと電子地図を重ね合わせることに伴う付加価値提供は、当社が2024年度以降も継続的に整備と提供を注力している取り組みの1つとなっています。

不動産業界や金融・信託業界では、地番に基づき土地や建物の所有者の確認が必要になることが業務上多く発生し、そのため「ちばんAPI」により地番から住所を、逆に、住所から地番を知る地番検索機能や、緯度経度情報から土地や建物の座標と住所を取得のうえ、さらに地番を知る逆ジオ地番検索機能など、地番ごとの区画の状況（筆界）をポリゴンで視覚的に把握する地番地図配信機能を提供しています。

顧客は、独自に煩雑なアプリケーションを開発することを必要とせず、このような地番検索機能を各種業務システムに組み込むことが可能であり、また、Webブラウザさえあれば各機能を利用可能なのが「ちばんMAP」です（図4）。

当社の地番系サービスは、同等の網羅性や精度、更新頻度や利便性等を実現しているため、競合各社の類似サービスと一線を画しており、そのサービスの強みを活かして

新たなマーケットにも地番ビジネスの拡大に取り組んでいます。

■地番を軸とした付加価値充実化と事業領域の拡大

当社はGEOSPACE電子地図や地番をはじめとした地図事業をさらに発展させ収益基盤の安定化と拡大につなげるべくさまざまな取り組みを進めているところですが、2025年度においても地番ビジネスの拡大、および2次元地図販売に関するパートナー企業の拡大に注力していく予定です。

現在の49社の販売連携パートナーをさらに増やし、パートナーが自ら開発・提供する各種システムへの組み込み型アライアンスを通じて、既存ビジネス領域および新規ビジネス領域の拡大を図りたいと考えています。

土地と建物にIDを付与し世の中に貢献する不動産IDビジネスの取り組み

「ちばんAPI」や「ちばんMAP」への顧客ニーズの継続的な強さは、土地や建物の所有者情報を迅速かつ正確に把握することに障壁があること、また、土地・建物いづれも、不動産・建設・配達系事業者などで

共通で用いられている番号(ID)が存在せず、住所・地番の表記揺れにより、同一物件か否かが直には分からない状態となっています。そのため、仲介・開発等の際に、多様な主体が保有する不動産関連情報を独自に収集・名寄せする場面や、消費者に的確な情報発信を行おうとする場面で手間・時間がかかるなど、不動産関連情報の連携・蓄積・活用における課題となっているところです。この課題について検討してきた国土交通省は、2022年3月に不動産IDルールガイドラインを策定し、不動産を一貫に特定することができる、各不動産の共通コードとしての「不動産ID」にかかわるルールを整備することとしました。当社が参画した2023年度「不動産IDを活用した官民データ連携促進に向けた実証事業マネジメント等に関する業務」ではユースケース開発に向けて、不動産登記データ（土地・建物）を原典とした不動産IDの付番、アドレス・ベース・レジストリを活用した住所表記の揺らぎ補正、登記所備付地図、基盤地図情報、GEOSPACE地番地図、GEOSPACE電子地図による座標付与を行い、実証事業の支援を行いました。

当社はGEOSPACEの高精度な電子地図データを不動産IDの付与や管理に活用し



図4 ちばんMAP住所・地番検索画面イメージ

ていくことを前提に、国土交通省への提案活動と並行して国の施策と連携した不動産IDに関する実証に参画しているほか、国土交通省の行う他のさまざまな実証事業に参画したビジネスモデルづくりなど、近い将来の商用化を視野に入れ検討を進めているところです。

さらに、国は不動産ID以外にも、上空や地価を含み、多様なビジネスに展開可能な空間マネジメントビジネスへの利用を目的とした空間IDの検討、準備も進めています。

活用事例と今後の展望

近年の当社の主力地図配信サービスである「GEOSPACE CDS」と地番の筆界を配信する「ちばんAPI」を不動産企業の「業務支援向けシステム」とAPI連携させ、不動産の新規売買の見込み物件や収益物件の家屋形状・住所情報・土地面積などを地図上から抽出しさまざまなビジネスシーンで

活用することで、物件の商圈情報を基にした見込み収益予測や、営業先リストの作成、さらに「不動産受付帳データ」を活用し、相続のタイミングでピンポイントに顧客へアプローチをするなど、不動産取引の状況や傾向をつかんだ営業戦略の立案に活用いただく事例も顕在化してきており、当社にとってこれまでになかった新たなサービス展開とマーケット掘り起こしが期待されています。

このほか、金融業界では、担保物件の管理や登記情報調査のための地番照会や、住宅ローンの新規・借換え、リフォームローン、不動産担保ローンの販売先リスト抽出、小売業界などでは、店舗出店計画のための物件抽出や駐車場候補地の抽出などでも活用いただいています。

このように当社のGISデータと導入企業様が独自に保有するデータ、ハザードマップなどの公的データ、そのほかあらゆるデータを融合させることで、業務の効率化だけでなく、生産性の向上、さらには新たなビ

ジネス領域の拡大が生み出せると考えており、引き続きGEOSPACEシリーズの整備と利用拡大に向けて取り組んでいきます。



(左から) 栗山 雄三/ 田島 秀昭

スマートインフラ推進本部 GISビジネス部は、世の中への「基盤地図情報 GEOSPACE」や「不動産ID」等の利用拡大と顧客利便性向上に向けて、国の進める施策と連動しながらさらなる整備と開発を着実に実施していきます。これにより、さまざまな社会課題の解決に向け貢献するとともに、当社プレゼンスを高め、新たなビジネス創造・付加価値ビジネス創造を図り、豊かな社会の実現をめざしていきます。

◆問い合わせ先

NTTインフラネット
スマートインフラ推進本部 GISビジネス部
TEL 03-6381-7925
E-mail gis-sales-gm@nttinf.co.jp



インフラ設備情報の空間マネジメントによる 社会インフラのDX推進

NTTインフラネットはインフラ設備情報の空間マネジメントを推進するために、インフラ設備情報の高精度位置化および3次元モデルの作成・活用を進めており、高精度位置基準情報「高精度3D空間情報」を特別区・政令指定都市で整備してきました。最近では国が都市空間の3次元化や設備管理の3次元化によるDX（デジタルトランスフォーメーション）の促進に力を入れているところもあり、これまで蓄積してきたデータや、技術、ノウハウを活かして、国の動きに連動したビジネス展開を図っていくことを考えています。

キーワード：#空間ID、#高精度電子地図、#高精度図化

むらかみ たかし
村上 隆史
ちば しげる
千葉 繁

NTTインフラネット

インフラ設備情報の課題と高度化

■インフラ設備情報の現状

インフラ設備情報は設計時につくられた平面図や縦断図といった情報を基に、GIS (Geographic Information System) やCAD (Computer Aided Design) で管理されることが一般的です。多くのインフラ設備情報は、GISやCADによって背景となる地図情報（背景地図）を基に地理空間情報が付与されています。この背景地図にはさまざまな種類があり、道路管理台帳附図や都市計画図、民間企業が発行する地理空間情報などが利用されています。これらの背景地図は、位置精度が地図情報レベル500~2500とさまざまであり、また背景地図の更新がリアルタイムにされないなど、現実世界の地理を正確に表現するものではありません。このためインフラ設備情報に基づいて工事を行う場合には、工事場所にインフラ設備情報が記載された設計図を持って行き、オペレータが現地と設計図を照らし合わせ、インフラ設備の埋設位置のあたりをつける必要があります。このようにインフラ設備の埋設位置を特定するためには、熟練した人間の経験やノウハウなどを活用し、埋設位置を推測するという行為がその都度必要になっています。

また設備設計分野においては、BIM (Building Information Modeling) による設計業務の3次元化が進んでいます。BIMでは、2次元CADによる図としての

設計とは異なり、3次元モデルを用いてインフラ設備の設計、施工から維持管理といったライフサイクルを一元的に管理することができます。BIMを活用することで、より高度なインフラ設備管理を行うことが可能になります。インフラ設備の3次元モデルは、国土交通省がProject PLATEAU (PLATEAU) において、3D都市モデル標準製品仕様として定義しており、既存のインフラ設備情報を3次元モデルに変換することが可能になります。インフラ設備を3次元モデルに変換することで、BIMでインフラ設備を扱うことができるようになり、インフラ設備管理の高度化が可能になります。

今後ベテランオペレータの人員不足や、より一層の業務効率化に対応するためには、これまでの地下設備管理の手法を進化させ、地下設備管理のデジタルトランスフォーメーション (DX) を実現する必要があります。そのための第一歩として、インフラ設備の高精度位置化と3次元化に対応することが必要となります。

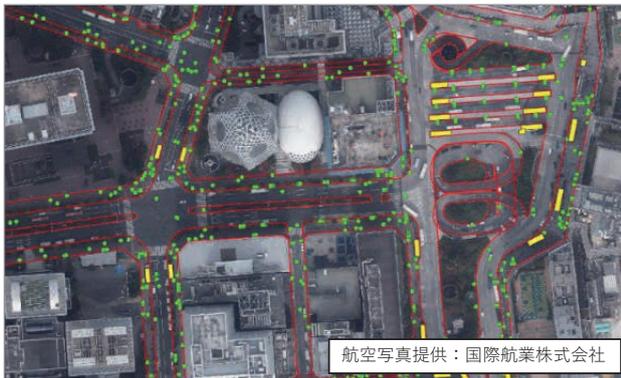
■インフラ設備情報の高精度位置化

現実世界のインフラ設備と管理されるインフラ設備情報の位置の許容誤差は、水平位置の誤差0.25 m以内・標高点の誤差0.25 m以内の誤差精度が適切と考えられます。これは道路台帳附図の位置精度と同様であり、通信設備だけではなく、電気設備やガス設備、上下水道設備などさまざまなインフラ設備どうしの相対的な位置を把握する

ために必要な精度となります。しかし現在のインフラ設備は、さまざまな背景地図によって位置情報が与えられているため、通信・電力・ガス・上下水道のインフラ設備を重ね合わせても、正しい位置関係を把握することができません。NTTインフラネットでは、この問題を解決するために、地下設備の図面に対して地図情報レベル500の位置精度を付与するための位置基準、高精度3D空間情報を整備しています。高精度3D空間情報は、道路の境界（道路境界、歩道境界、路側帯境界）およびマンホール位置について地図情報レベル500の位置精度で構成されています。各インフラ事業者のインフラ設備情報に対して、高精度3D空間情報を位置基準にアフィン変換などの位置補正をかけることで、高精度の位置情報を与えることが可能になります。各インフラ事業者のインフラ設備情報に対して、高精度3D空間情報を活用して位置補正を行うことで、すべてのインフラ設備情報の位置情報を統合することが可能になり、GISなどで統一的に扱うことができます（図1）。

■インフラ設備情報の3次元モデル化と空間ID

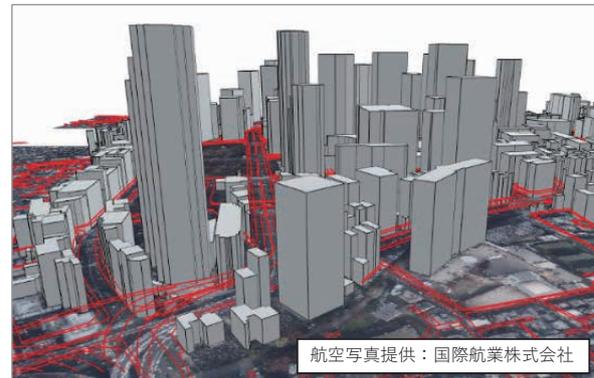
NTTインフラネットでは、2023年に実施されたPLATEAUのユースケース実証に参加し、通信・電力・ガス・上下水道のインフラ設備情報を3次元モデルに変換したうえで、建物建設設計品質の向上やコスト削減につなげられるか確認しました。具体



航空写真提供：国際航業株式会社

【2D表示例】

赤線：道路境界(表現はしていないが歩道境界・分離帯境界など細かな属性を持っている)
 緑点：マンホール等(道路面上に存在するマンホール類と認識できるもの)
 黄枠：地上地下の出入口



航空写真提供：国際航業株式会社

【3D表示例】

赤線：道路境界(表現はしていないが歩道境界・分離帯境界など細かな属性を持っている)
 建物：GEOSPACE 3D(航空写真から作成した3D建物オブジェクト)

図1 高精度3D空間情報について

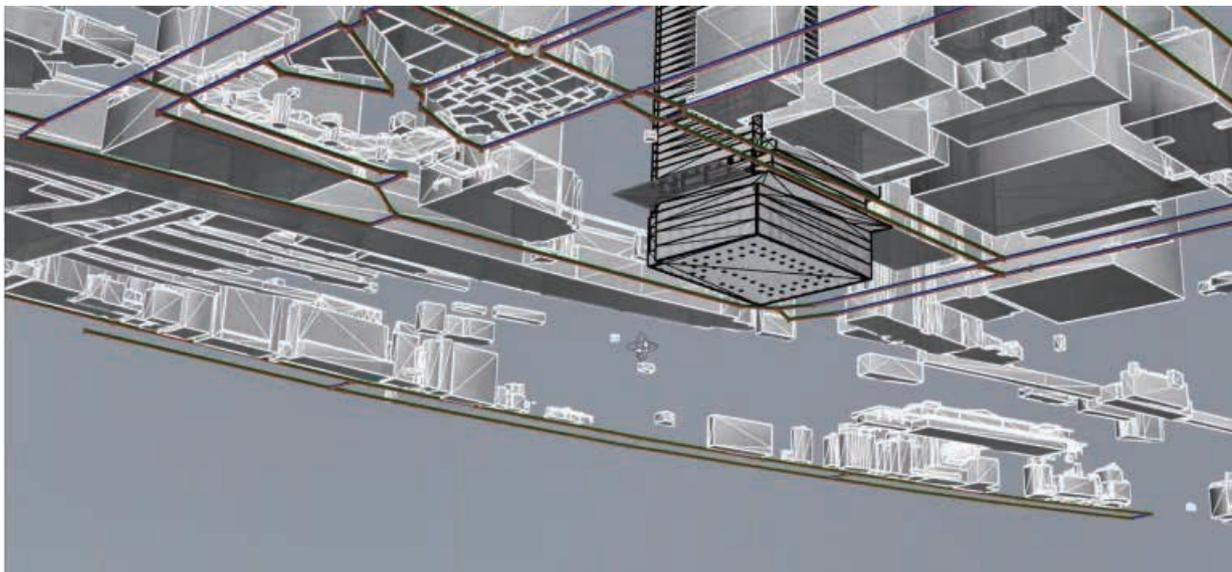


図2 2インフラ設備の3次元モデル例 (PLATEAU)

的には、2次元のインフラ設備情報に対して高精度3D空間情報を活用して位置補正を行い、インフラ設備の形状に関する属性情報から3次元モデルを生成する技術の検討および実装を行い、その3次元モデルを活用したBIMによる建物建設設計プロセスにおける効果検証を行いました。結果として建物建設設計プロセスにおいて業務改善効果が95%という非常に良好な結果が得られました。

またNTTインフラネットでは、3次元

モデルから経済産業省、国土交通省、国土地理院、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) が推進している空間ID化する技術についても取り組んでいます。具体的にはデジタル庁が実施した「デジタルツイン構築に向けたインフラ管理のDXに関する実証調査研究」において、通信・電力・ガス・上下水道のインフラ設備情報の3次元モデルを作成したうえで、空間IDを生成する

技術の調査検討を行いました。空間IDとは、空間上のある領域を一意的に示すIDのことであり、インフラ設備が存在する地下の領域を表現するものです。空間IDを活用することで、インフラ設備の詳細な情報ではなく、設備が存在する領域だけをさまざまなステークホルダーと共有することが可能になり、今後インフラ設備情報を有効活用した業務DXの促進と、新たなビジネスモデルの創出が可能になると期待されます (図2, 3)。

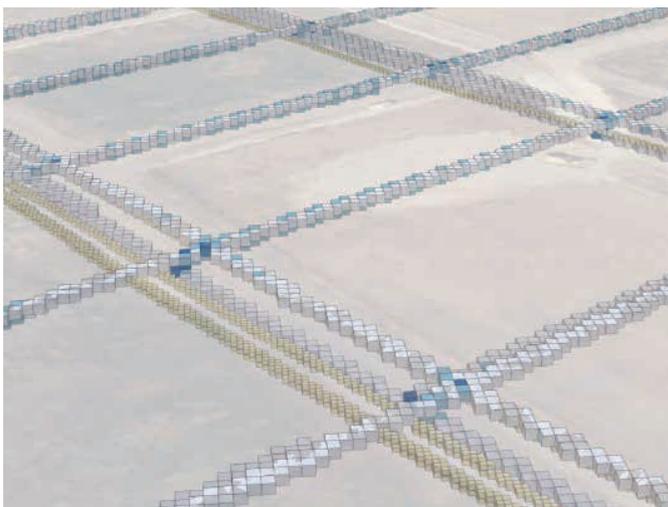


図3 インフラ設備の空間ID表現例

デジタルライフライン全国総合整備計画への取り組み

経済産業省は少子高齢化や人口減少が進む中でもデジタルによる恩恵を全国に行き渡らせることを目的に、2023年度、約10年の「デジタルライフライン全国総合整備計画」を策定しました。2024年度からは先行して社会実装を進めるためのアーリーハーベストプロジェクトが複数進行しています。具体的には、社会実装の推進に向けてNEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）が「産業DXのためのデジタルインフラ整備事業/デジタルライフラインの先行実装に資する基盤に関する研究開発」を行っており、NTTインフラネットは「地下インフラ情報の流通」というテーマで、NTT東日本、NTTデータ、ほかインフラ事業者とコンソーシアムを組み、さいたま市、八王子市を先行実装地域としたアーリーハーベストプロジェクトに取り組んでいます。

このプロジェクトでは、インフラ事業者が保有する設備情報を空間ID形式により統一的に管理・統制し、相互に占有状況を照会したり、さまざまなアプリケーションでデータを活用したりするためのデータ連携システムの開発を、NTTデータとNTTインフラネットが行っています。インフラ事業者が保有する設備データには機微な情報も含まれるため、適切な情報セキュリティ

レベルやデータ主権の確保、また将来のシステム拡張や利便性を考慮しています。

加えて、NTTインフラネットでは各事業者の設備情報を統一された共通フォーマットに変換し、統一された位置基準による位置補正や空間IDの付与を自動で行うツールも開発しています。これにより、今後全国のインフラ事業者において効率的なデータの高精度化が進むことをめざしています。

アーリーハーベストプロジェクトにおいては、NTT東日本や電力、ガス、水道等のインフラ事業者が先行実装地域における地下インフラ情報の高精度化を進め、その課題や効率性の検討を行います。また、複数のアプリケーション企業が地下インフラ情報の連携にかかわるユースケース実証に取り組む予定です。NTTインフラネットはSmartInfraプラットフォームをベースに空間ID形式の設備データを照会するインフラ管理DXシステムを開発し、立会受付Webシステムとインフラ管理DXシステムとの連携によりインフラ事業者の業務効率化も検証予定です。

今後の展望

NTTインフラネットでは、経済産業省とIPAが進める「公益デジタルプラットフォーム運営事業者認定制度」も強く意識しています。この制度の活用により、NTT

グループ内のDXだけでなく、ほかのインフラ事業者を巻き込んだDXを加速させることを企図しています。こういった流れは、インフラ設備データのデジタル管理や、高精度3D空間情報に関連した技術開発など、私たちNTTグループが長年にわたり取り組んできたことと国の方針が合ってきたことを示しています。この状況を好機ととらえ、培ってきた技術・ノウハウを活かして、社会全体のDXに貢献していきます。



(左から) 村上 隆史 / 千葉 繁

インフラDXに向けた取り組みは、NTTのみならず電力・ガス・上下水道などにおいても喫緊の課題と考えています。今回紹介したNTTインフラネットの取り組みがその一助になればと考えており、幅広く活用いただけるように継続して取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTインフラネット
スマートインフラ推進本部 インフラDX推進PT
TEL 03-6802-7697



主役登場

国策との協調により社会実装の 早期実現をめざす

佐藤 晋也 Shinya Sato

NTTインフラネット

スマートインフラ推進本部 インフラDX推進PT



私が所属するNTTインフラネット スマートインフラ推進本部では、2019年5月NTT持株会社発表の中期経営戦略における、人・技術・資産を活用した新事業の取り組みである「スマートインフラ事業」を推進しています。

これまで、各インフラ事業者の「設備」「施工」「データ」等のリソースは、それぞれが所有するスタイルでしたが、既存設備の共同利用や、新規構築設備の共同構築、データの相互利用等により効率化を図り、インフラ事業者が抱える設備の老朽化や技術者不足といった共通課題の解決に向けて取り組んでいます。特にデータの相互利用においては、各インフラ事業者の設備情報のデジタル化に加え、共通の位置情報やインデックスなどのデータの統一的な規格の制定が必要不可欠です。そこで、国を巻き込み、データの相互利用を含む社会課題の解決に向けた取り組みの提案や実証への参画などを通じて国策へ昇華させることにより、社会実装の早期実現をめざしています。

2023年から、国土交通省都市局がさまざまなプレイヤと連携し推進する都市デジタルツイン実現プロジェクト「PLATEAU」に参画し、3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化に取り組んでいます。都市再開発等における建設計画時には、周囲の地下インフラ設備への影響が懸念されることから、各インフラ事業者と個別に調整しながら各社が保有する設備情報を収集する「埋設物調査」により周囲の埋設物状況

を把握し、必要により対策を講じています。このため、埋設物調査に時間を要し、さらに、設備情報のデータ仕様が各社異なることから、データを統一的に読み解くことが非常に困難であり、協議のやり直しや手戻りなどが発生し大きな負担となっています。

私は2008年にNTTインフラネットに入社し、算定や工事監督、埋設物調査、近接施工、設備管理、渉外、現在の地図事業と多岐にわたる業務分野に携わってきましたが、過去に埋設物調査の際に、前述の課題を実際に体験し、苦慮したことを覚えています。

さて、2023年の実証実験では大手町・丸の内・有楽町エリアおよび品川駅港南口エリアを実証フィールドとして、電力・ガス・上水道・下水道・通信・熱供給の各インフラ事業者から地下埋設物データ提供にご協力いただき、これを基にデータクレンジングや三次元情報の付与、高精度3D空間情報を用いた位置補正等を行い、データ形式を国際標準規格であるCityGML (Generalized Markup Language) 形式にすることにより、標準製品仕様書に基づく3D都市モデル(地下埋設物モデル)を整備しました。このデータ再構築手法を方法論として確立し、地域特性を考慮することで全国的な三次元地下埋設物モデルのデータ整備として拡大を図ることができ

ます。また、作成した地下埋設物モデルを用いて、3DWebGIS (Geography Information

System) エンジンとデータベースを統合したシステムを開発しました。このシステムでは希望する範囲の地下埋設物モデルのダウンロード、BIM (Building Information Model) のインポートおよび表示、三次元的な掘削範囲情報の入力による地下埋設物の影響判定が可能です。これにより、ステークホルダーの埋設物情報収集に要する時間の大幅な削減、ダウンロードした地下埋設物モデルをBIMソフト上で表示し地下埋設物位置情報を把握しながらの設計や、影響が想定されるインフラ事業者の判別が可能となります。

実証実験では、デベロッパー、建設設計事業者および各インフラ事業者の方々に開発したシステムを体験いただきましたが、埋設物調査の稼働削減効果に関するコメントが多く寄せられ、1日でも早い社会実装への期待をいただきました。一方で、社会実装に向けて、地下埋設物情報のセキュリティ担保やシステムの運用方法の整理、地下埋設物モデルのデータ更新手法の確立等の課題も指摘されました。

近年、建設・土木業界でもICTの導入が進んでいます。一方で、従来のやり方を踏襲した業務・作業も多く残っています。先人たちが築いた社会インフラがあるからこそ、私たちはこの便利な世の中で日常を送ることができています。今回紹介した取り組みを社会課題解決の一助とし、後世の人たちにより良い、暮らしやすい世の中を提供していきたいと思っています。



NTTアクセスサービスシステム研究所
上席特別研究員

山田 渉 Wataru Yamada

量子アニーリングなどの技術を電波伝搬の世界に適用した「リアルタイム無線品質推定基盤技術」を活用して周波数利用の限界突破をめざす

移動通信等で使用される電波は有限のリソースとして、ITU-R (International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector) においてグローバルで用途に応じた周波数の割当・登録が行われ、それを各国に適用してそれぞれの事情に合わせて利用しています。昨今は、移動通信サービスをはじめとした電波を利用するサービスがその数、種類ともに急速に拡大しています。技術の進歩により新たな周波数帯が開拓され、割り当てられてはいるものの、周波数リソースは空き領域のないひっ迫した状態が続いており、将来のさらなる電波利用の拡大に向けて、この課題解消は急務となっています。量子アニーリングなどの技術を電波伝搬の世界に適用した「リアルタイム無線品質推定基盤技術」を活用して、既存周波数の有効活用や新規周波数帯開拓に挑む、NTTアクセスサービスシステム研究所 山田渉上席特別研究員に、リソースの限界突破へのアプローチ、ゴールを想定してそれに必要な技術を見つける研究スタイル、新しいことに前向きにチャレンジし続ける思いを伺いました。



 **周波数や環境でそれぞれ異なる電波の飛び方を分析・数式化する「電波伝搬」の研究を基本として、周波数リソース不足の課題解決**

現在、手掛けていらっしゃる研究について教えていただけますでしょうか。

周波数や環境でそれぞれ異なる電波の飛び方を分析・数式化する研究分野である「電波伝搬」を基本の研究領域としています。電波伝搬の研究は大きく①無線装置・システムの設計・評価のためのシミュレーション用チャネルモデル、②周波数リソース共用に向けた同一システム・異システム間干渉伝搬検討のための干渉評価用モデル、③無線ゾーン・回線設計のための伝搬モデルの3つの領域に対する研究に分類することができます。このうち①と②の領域については、システム開発、システムの共用や評価に関する技術であり、さまざまな技術を横並びで評価するための土台となるものなので、標準化を対象とした技術となります。そして、③の領域については、システムの運用に関する技術であり、競争

環境における差別化領域となります。

私の研究テーマとしては、まず2050年ごろの「地上端末、有人エアロモバイル・ドローン等が無線ネットワークに接続され、都市内の3次元空間を所狭しと飛び交う世界（2次元のモビリティから3次元のモビリティ）」を想定しました。その中でIOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 時代に求められるすべての端末がストレスなくつながり続ける無線通信サービスの実現に向け、「面的なエリア形成と無線リソース制約からの解放」といった無線通信システム進化の方向性を定義し、必要となる技術として、「場所・時間で複雑に変化する無線品質をリアルタイムに把握・予測し、周波数などの無線リソース制御を最適に行う（干渉からの解放）ための技術」を設定しました。

こういった背景から具体的な研究内容として、これまで確立してきた電波伝搬技術を基盤とし、無線リソースの最適化技術や新規開拓により無線リソースの制約から実質的に解放された無線通信を実現することをめざして、「リアルタイム無線品質推定基盤技術」「無線リソース動的制御技術」「新規無線リソース開拓」に取り組んでいます。

「リアルタイム無線品質推定基盤技術」について、現実空間を

- 都市空間で発生するさまざまな状況変化に瞬時対応できる無線通信品質推定を実現するために、これまで培ってきた量子アニーリング・深層学習による高速推定技術をコア技術として、外部データ活用により、位相レベルまでシミュレーション空間と現実空間を融合

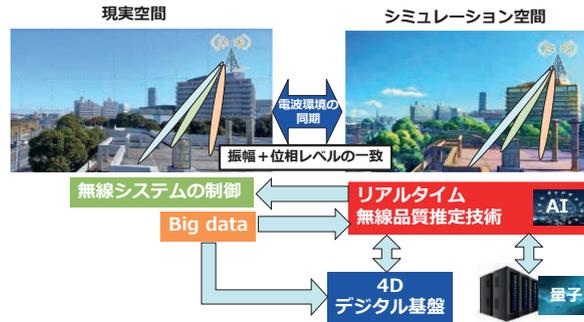


図1 リアルタイム無線品質推定基盤技術

仮想空間上に再現し、仮想空間で行われるシミュレーション等の結果を現実空間にフィードバックすることで、現実空間を最適に制御するサイバーフィジカルシステムを無線の世界に適用して、世界初となるリアルタイム無線品質推定基盤を実証し確立するものです。無線の世界でのサイバーフィジカルシステム自体はBeyond 5G（第5世代移動通信システム）や6G（第6世代移動通信システム）においても検討されています。しかし、都市空間でビルの屋上から電波を発出すると、ビルの表面にある凹凸、街路樹等による反射や遮蔽、あるいは道路を行き交う車等受信側の移動により、電波の伝搬は時々刻々と変化し、それが無線通信の品質に影響を与えます。これを仮想空間でシミュレーションするには、ビルの微小な凹凸や窓の位置、車の動き等をモデル化する必要があります。かなりの困難を伴います。さらに仮にこれらのモデル化が実現できたとしても街レベルのサイズで再現してシミュレーションする場合は、数日ないしは数カ月のレベルで計算時間が必要となるという、リアルタイム化に向けては大きなハードルがあります。

そこで私たちは、電波の送信から受信までの電波の通り道として無数に存在する伝搬経路ごとのエネルギー減衰量に着目し、エネルギー減衰量が最小化する問題に帰着させることで、量子アニーリングによる最適化問題の解法を適用可能となるため、これを例えばシミュレーションを格段に高速化できると考えました（図1）。これに取り組んだ結果、シミュレーションに要する時間を100万分の1以下にできるレベルまで技術を完成させることができました。無線リソース制約からの解放を実現するための無線品質推定には振幅と位相の2つの情報が必要と考えますが、現在のところ振幅については対応可能となり、これを前人未達の領域である位相レベルまで対応させる新たな技術の確立にチャレンジしています。

「無線リソース動的制御技術」「新規無線リソース開拓」はどのような技術でしょうか。

無線通信においては、使用する周波数は有限のリソースであるため、移動通信のように利用者の急激な増加、特定エリアへの集中や高速・広帯域化に伴い、このリソース不足が大きな問題となっています。これに対応する方法は、既存の周波数リソース再利用

拡大と新規周波数帯の開拓があります。

「無線リソース動的制御技術」は、周波数の再利用のための技術です。位置情報等と前述の無線品質推定基盤上での高速推定で得られる振幅位相情報を活用した干渉回避・干渉抑圧の実現により、無線リソースの究極の再利用を図り、安定した無線伝送品質を提供する技術です。

同一の周波数帯の異なる電波どうしがぶつかることで相互に影響を及ぼす干渉は、一定の品質を保った無線通信を行ううえで常に大きな問題となっています。周波数リソースの再利用を行ううえでは、①所望の端末以外に電波を到達させないことで干渉を回避する、②受信された電波のうち不要なものを同振幅逆位相の電波により除去することで干渉を抑圧する、③電波を使用する時間を制御してリソースの空白域（時間）を創出し、複数システムで同じ周波数を共用することで、電波の再利用を図ります（図2）。これを行うために、リアルタイムの受信端末の位置情報と振幅位相情報が必要となり、リアルタイム無線品質推定基盤技術を活用することで実現します。

周波数の利用については、ITU-R (International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector) においてグローバルで用途に応じた割当・登録が行われています。既存の技術で利用可能な周波数はほぼすべて使われていて、新規のシステムやサービスへの周波数の割当てが世界的にも難しい状況になっています。日本においては、30 GHz以下に空き周波数がほぼ存在しません（図3）。そこで、電波伝搬特性が未確立で活用が十分とはいえない高周波数帯を中心として、特に6Gでの活用が検討されているサブテラヘルツ帯（100 GHz超）の国際標準伝搬モデル化などをとおして、無線通信システムへの新規周波数割当ての実現に貢献するのが「新規無線リソース開拓」です。

新規無線リソース開拓では、NTTグループの電波伝搬関連技術をITU-Rの重要勧告へ反映する活動がメインとなりますが、そのベースとなるサブテラヘルツ帯の測定も実際に進めています。周波数が高くなると電波伝搬に擾乱を与える要因が増加して、伝搬距離が伸びない傾向にはあるのですが、その使い方によっては無線通信システムとして十分使えると考えています。ただ、ビルの陰等見通しがなくなる状況においては電波の回折による減衰が

- 位置情報等と無線品質推定基盤上での高速推定で得られる振幅位相情報を活用した干渉回避・干渉抑圧の実現により、無線リソースの究極の再利用を図り、安定した無線伝送品質を提供

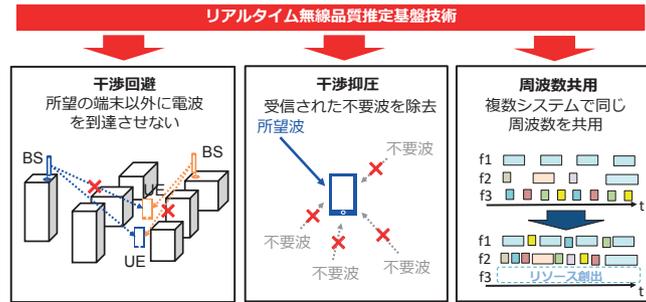
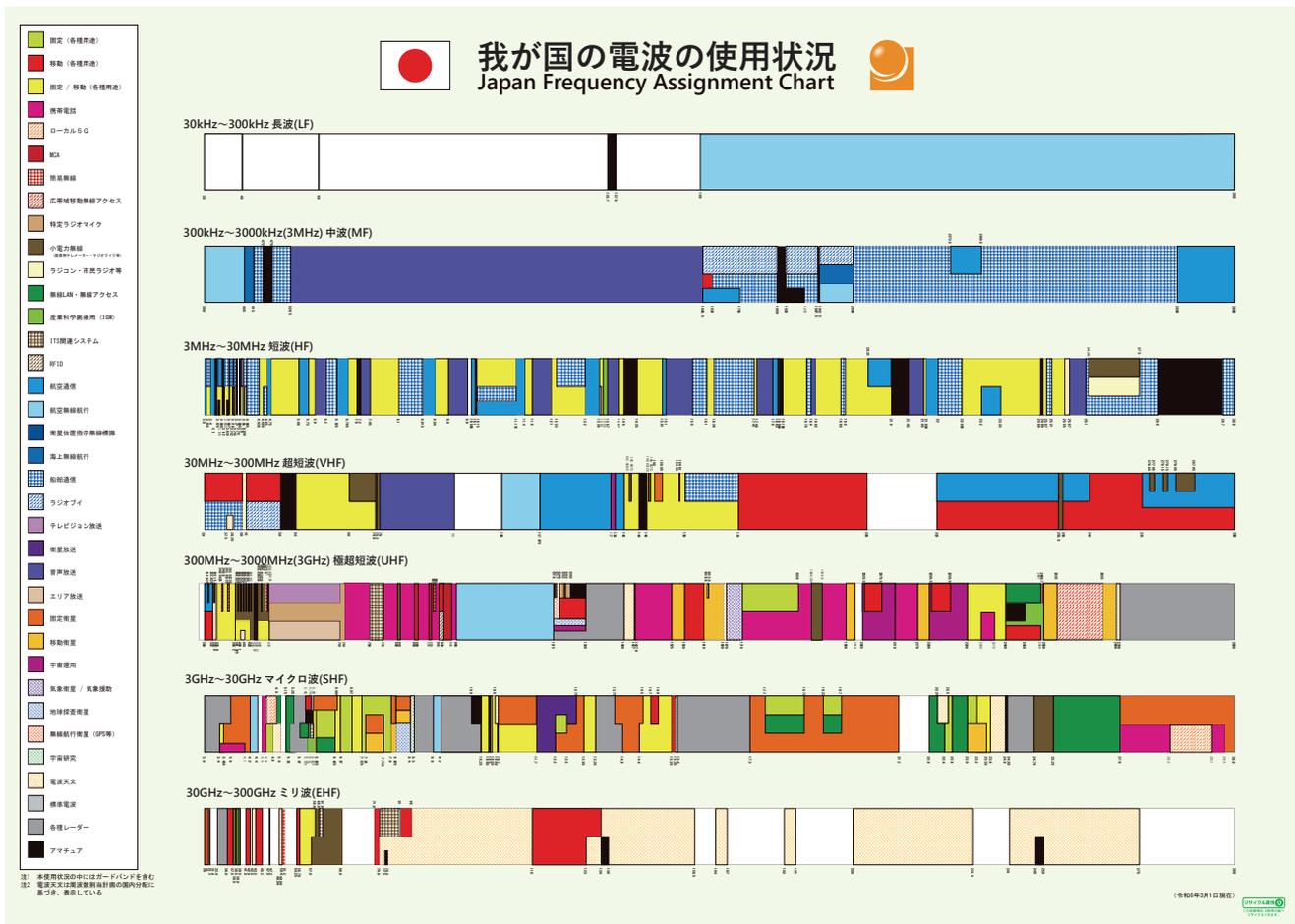


図2 無線リソース動的制御技術



出典: 総務省ホームページ
<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/usecondition/wagakuni.pdf>

図3 日本の電波使用状況

大きくなるのが実験の中においても明らかになっています。一方、サブテラヘルツ帯の特有な現象としては、波長が非常に短いので、これまでの携帯電話で使われているような周波数帯では壁の壁等を平面として電波を反射していたものが、壁の表面の凹凸により反射するようになり、その結果通常の壁でも電波が散乱し、回折しないにもかかわらず予想以上に電波が伝搬することも分かっ

てきています。この特徴を活かしたサブテラヘルツならではのユースケースがあるのではないかと考えています。

さて、標準化の活動として、私は2006年より、ITU-R会合参加の日本代表団のメンバーとして、ITU-R SG (Study Group) 3 (電波伝搬) 傘下のWP (Working Party) の各種議論に参加しており、特にWP3K (ポイント-エリア伝搬) では副議長、その配下の

SWG (Sub Working Group) 3K3 (屋内屋外短距離伝搬)などで議長をやらせてもらっています。また、SG5 (地上業務)傘下のWP5D (IMT: International Mobile Telecommunications)にも活動範囲を拡大し、5Gへの新規周波数開放、6Gへの新規周波数開放の議論を行ってきています。これらの活動を通して継続的な新規無線リソース開拓にも貢献していきたいと思っています。

こういった研究の成果は今後どのように展開されていくのでしょうか。

これまで取り組んできた研究、特に、電波伝搬関連技術を設計・評価のみならず、現実空間とシミュレーション空間融合を無線伝送・電波伝搬へ適用したことは、電波伝搬技術を新たに伝送へ活用する新領域開拓、従来の計測を基本とするアプローチからデータドリブンのアプローチへの転換による新たな無線伝送方式の確立、無線リソースの制約から解放されることによる無線性能限界の打破、につながりますので、研究コミュニティ活性化に大きな貢献をできていると思っています。そして、無線通信サービスを従来のベストエフォート型から高信頼型へと進化させるとともに、無線リソースの制約を受けない無線通信を実現し、通信関連市場全体の拡大への貢献も視野に入れていきたいと思っています。

また、周波数リソースの観点では、現在は携帯電話ではプラチナバンドと称して低い周波数のほうがその伝搬特性から経済価値が高いような言われ方をされていますが、ここの周波数のリソースを動的に干渉からフリーにして周波数のリソースを極限まで使えるようにし、さらにその利用を陸上の面的なところから、上空の空間的な領域にまで広げていくことにより、高い周波数を含めて周波数の全体的な経済価値を底上げしていく、それが電波伝搬関連技術の研究により実現できていると思っています。

研究のゴールを想定して、それに必要な技術を専門外の人とのかかわりも含めて整理して、チャレンジし続ける

研究者として心掛けていることを教えてください。

私は日常生活の中で、例えば家電の反応が遅い等、不便なことを感じると、それを技術で何とか解決できないか、ということに意識を向けることを心掛けています。そのうえで、「こうしたら解決できるのではないか」という解決策と解決の可能性を考え、解決できそうであればそれに必要な技術は何かを考えています。日常生活の中では可能性があったとしてもすべてが解決できるわけではありませんが、この思考は研究活動においては重要なものと思います。研究テーマのゴールを明確に定義することが可能となり、そこに向けてのアプローチを整理する中で時間的にもリソース的にも最適なアプローチを選択できるようになります。研究活動においては時間もリソースも限られているので、この発想が非常に役立っています。

これと併せて専門外の領域の動向も意識しています。「リアル

タイム無線品質推定基盤技術」における量子アニーリングはこの一例で、全く専門外の量子アニーリングという技術があることを知り、興味を持って勉強し、前述の課題解決のゴールに向けたアプローチを検討する中で、無線品質推定に使えるのではないかとということに気付きました。最近の研究は特定の専門領域の中だけでは完結できないものが多いので、他の技術との組合せを考えるうえでは、外部動向を意識することは必須ではないでしょうか。また、学会等へ参加することで専門外や社外の人とのかかわり合いを持つことも重要です。外部動向の情報収集のみならず、外部の専門家の知見を積極的に借りながら連携を進めていくことで、お互いに良い刺激をもらい、それが新しいアイデアにつながっていくことがあります。

それから、新しいことに前向きにチャレンジし、それをやり続けるということを意識しています。20年近くITU-Rにおける標準化にかかわっていますが、きっかけは上司からの打診です。当初は、標準化とは何なのかさえわからず、研究でトップデータを競い合うようなものでもなく、興味もなかったのですが、3回くらい会合に参加してみようかといった軽い気持ちでした。ところが、そのまま継続して5回、10回と回を重ねるごとに成果が出るようになり、それに伴いコミュニティ等において周りが認知してくれるようになり、その結果自分の存在感が上がっていくという実感がありました。最初は興味のないことでも、継続することで興味もわき、前向きに取り組んできた結果であり、この思いを常に持ち続けていたいと思っています。

未来をイメージしてそれを実現する研究を楽しく進める

後進の研究者へのメッセージをお願いします。

自分が望む未来をイメージして、それをつくり出す、実現するような研究に取り組んでほしいと思います。その結果が研究者として現役を引退した後に出るものであっても構いませんし、すべてが実現しなくてもその一部でも構いません。研究は基本的には目の前のことではなく、何年も先のことに取り組んでいます。つまり、未来をイメージしなければそのゴールも見つけることができず。そして、何よりも研究は今ではなく未来への貢献をめざすものなのです。

そして、ワークライフバランスを意識しながら楽しく研究を進めてほしいと思います。研究に没頭すると、ついプライベートの時間にも研究のことを考えがちになるかと思いますが、それが続くことで視野狭窄に陥って、行き詰ってしまうかもしれません。プライベートな時間にリフレッシュすることで、周囲から良い刺激を受けることができるようになり、それにより別の視点から研究対象を見ることができるようになり、新しい発想が生まれるのではないのでしょうか。研究に対して前向きに取り組むことで、ワークライフバランスにより得た余裕や刺激を活かすことができるのですが、そのためにも楽しく研究を進めることが大切だと思います。



NTTデータグループ
技術革新統括本部 A&D技術部

竹之内啓太 Keita Takenouchi

「プログラム合成」でソフトウェアマイグレーションの効率化を図る

デジタルテレビの映像データ複写や自動車のクルーズコントロール等の制御をはじめ、世の中のあらゆるモノにソフトウェアが組み込まれています。ソフトウェアの開発は、かつては要件定義、設計、プログラミング、試験等の工程を人手で行う労働集約型の環境で行われてきました。その後、ソフトウェアの部品化による再利用、プログラミングや試験の自動化等が行われるようになり、最近では生成AI（人工知能）も活用されるようになりました。新規にソフトウェア開発をする場合は、こうした新しい取り組みによる効果が大きい一方で、システム更改等では既存のソフトウェアの資産活用、改変等の制約を伴うことが多く、新規開発と同程度の効果は必ずしも期待できません。入力データと出力データを定義することで自動プログラミングを行う「プログラム合成」により、システム更改等におけるソフトウェアマイグレーションの効率化に挑む、NTTデータグループ 技術革新統括本部 竹之内啓太氏に、ソフトウェアマイグレーションの効率化、そして研究者と開発者の間の意識ギャップを埋める思いを伺いました。



入力データと出力データからプログラムを生成する「プログラム合成」

現在、手掛けている業務の概要をお聞かせいただけますか。

「プログラム合成」を用いたマイグレーション技術をテーマとした開発に取り組んでいます。

プログラム合成技術は、自動プログラミングの一種です。通常のプログラミングでは、設計書等に従って人間がソースコードを作成し（プログラミング）、机上およびシステム等に搭載してテストを行うことで運用に供します。最近では、設計情報を入力すれば生成AI（人工知能）がプログラムを生成する自動プログラミングも登場しています。一方、プログラム合成は入出力データを先に用意（定義）することで、それを満たすプログラムを自動生成する技術です。データベースシステムを例に説明すると分かりやすいかもしれません。一般的なプログラミングでは、入力データから出力データを得るためのロジックを人間が考えて設計・ソースコードを作成し、テストにおいてはテストデータを入力して、出力が期待どおりであるかをチェックします。プログラム合成では、

入力データと出力データを先に用意して、この入力データから出力データをつくるようなプログラムを自動的に生成するもので、あらかじめデータを用意するだけでプログラムを生成できます。

プログラム合成技術の開発において、データベースからの情報抽出等、データベースを操作する言語であるSQL（Structured Query Language）の自動生成をテーマに取り組んできました。入力と出力を対応付けるSQLクエリの構文要素の組合せを探索するアルゴリズムを考案し、入力データと出力データの対応条件に合致するものを選び出すことで、意図するプログラムが生成されます。私たちが開発したツールでは、ほとんどの場合10秒以内、場合によっては1秒かからないほどの時間で複雑なSQLクエリを自動生成することができ、こういった技術はこれまでにはないものです。この結果は、入出力例からSQLクエリを自動生成するアルゴリズムの開発において、最先端の手法を関係代数の性質に基づいて拡張した新規性により、提案手法が既存手法の性能を大きく上回ることを実験的に示しました。このことが評価され、データベース分野の世界トップカンファレンスである、International Conference on Very Large Databases（VLDB）2021において論文採択されました（平均採択率：18.6%、全212論文のうち日

本からの採択は3件のみ).

なお、「生成するプログラムの構造が複雑すぎる場合、生成にかかる時間が膨大になる可能性がある」「入出力値の対応関係が推測しづらいものほど自動生成としてサポートするのが難しくなるという傾向がある」という特徴があり、SQL構文要素には対応済みのものと未対応のものがあります(図1).

新しい概念のプログラム合成をどのような分野に応用しているのでしょうか。

既存の大型のデータベースシステムの更改時や機能拡張・追加時におけるソフトウェアマイグレーション等に活用しています

(図2).

一般に、機能を保ったままプログラムを別のプログラムに変換する技術には、「ルールベースの変換」「言語モデルベースの変換」の2つのアプローチがあります。

「ルールベースの変換」は、人間が変換ルールを定義しルールを適用するもので、(理論上は)変換の正しさが保証される反面、ルールを定義するのが困難、変換ルールでサポートされない構造があると変換に失敗する、という特徴があります。

「言語モデルベースの変換」は生成AIによるもので、AIが大量のプログラム集合から変換ルールを学習し変換します。人手の手間が小さい一方で、学習データが必要、変換の正しさは保証されない、現在のレベルでは扱うデータ項目数の多いシステムには不

☑ 対応済み SQL 構文要素

- SELECT
- WHERE (条件式: 等号, 不等号, AND, OR)
- GROUP BY (MAX, MIN, SUM, COUNT 等)
- JOIN/LEFT JOIN
- DISTINCT
- ORDER BY
- HAVING
- ウィンドウ関数(RANK 関数, MAX 関数等)

※ 生成するプログラムの構造が複雑すぎる場合、生成にかかる時間が膨大になる可能性がある

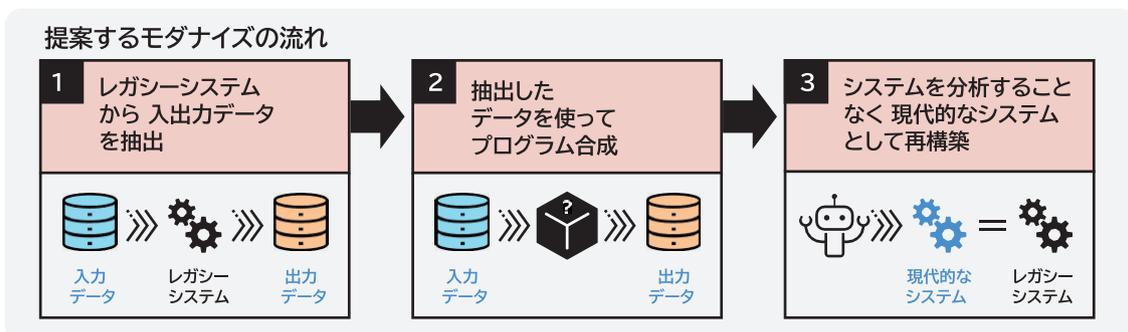
☒ 未対応の SQL 構文要素

- UNION
- 一部の条件式 (LIKE, EXISTS, 文字列どうしの比較)
- 四則演算
- 日付計算
- 文字列操作 (SUBSTR など)
- CASE 式
- ユーザ定義関数
- ...

※ 傾向として、入出力値の対応関係が推測しづらいものほど自動生成としてサポートするのが難しくなる

図1 自動生成できるSQLクエリの構文要素

入出力データに基づいてプログラムを再構築することで、ブラックボックス化した既存資産の分析を必要としないマイグレーションを実現する



特に COBOL から SQL への変換など、プログラムの構造が大きく異なる変化する場合に他の自動化手法(ストレートコンバージョンなど)を上回る効果が期待できる

図2 プログラム合成技術を活用したマイグレーション

向き、といった特徴があります。

私の提案した「合成ベースの変換」は、入出力データが保たれるようにプログラムを自動で復元するもので、人手の手間が小さい、変換の可否がプログラムの構造に非依存といったメリットがある反面、合成アルゴリズムが必要、変換の正しさは保証されない（入出力データの範囲では正しい）といったデメリットがあります。現在取り組んでいる「合成ベースの変換」によるマイグレーションは、例えば、COBOL（プログラミング言語）で書かれた既存の古いシステムから入力データと出力データを抽出します。その入力と出力のデータを使ってプログラム合成をかける際に、COBOLの動作をSQLでつくり直すといったように、新しいシステムとして現代的なテクノロジーを使ってつくり直すこと（モダンイゼーション）が1つのねらいとなっています。もちろん動作が完全に一致するものが生成される保証はありませんが、もともとブラックボックス化していて手のつけられなかったようなシステムを部分的にでも新しいシステムとしてつくり直す、というところで実際に技術活用しています。

この考え方によるプログラム合成のマイグレーションへの適用スコープ例を図3に示します。

データベースを持つ現行のシステムにおいて、データは上流システムから供給され下流システムへ提供されます。マイグレーション後のシステムはデータウェアハウスを持ち、マイグレーションプロジェクトにおいて、現行のデータベースのデータをデータウェアハウスに移行します。マイグレーション後、下流システムはこのデータウェアハウスからデータを読み込みますが、データベースとデータウェアハウスのデータ形式には差があるため、適切にデータを読み込むにはこのデータ形式の差を吸収する必要があります。この差の吸収は、

1. 上流システムからデータベースとデータウェアハウスの両方に同時にデータを供給するように構成し、これを一定期間稼働させる。

2. データベースとデータウェアハウスに格納されているデータを入出力データとしてプログラム合成を実行することで、データベースとデータウェアハウスのデータ形式の差を補完するためのSQLを生成し、マイグレーションを行う。

といった手順で対応します。データウェアハウスから連携用データを抽出する部分は、入力データと出力データが確定しており、プログラム合成が適用される部分なのです。

さて、NTTデータのシステム開発案件にはマイグレーションを伴うものが多くあるため、当面はプログラム合成技術をブラッシュアップしながら各案件のマイグレーションへの適用を図っていくつもりです。それ以外のユースケースとして、データ分析におけるSQLクエリ生成が考えられます。現在は、データ分析に際して人手により対応するSQLクエリを作成しているのですが、SQLクエリを作成できる人はそれほど多くはいません。とりあえず欲しいデータを手で作成し、プログラム合成でSQLクエリを生成する、さらにその過程をいくつか試して、どのようなSQLが生成されるか等を確認することで、SQLの実践型研修への応用も可能になると思います。

また、NTTデータはグローバルカンパニーをめざしており、この観点から日本でプログラム合成の成熟度を高めることで、グローバル展開を図ることができるのではないかと思います。そして、海外でうまくいった事例を日本にも取り込む等、ノウハウの共有が可能になると思います。

👤 プレプリントや発表論文一覧でトレンドウォッチを欠かさず行う

開発者としてのスキルはどのように磨いているのでしょうか。そして、どのように業務に活かしているのでしょうか。

私は、2017年にNTTデータに入社してソフトウェア工学の専

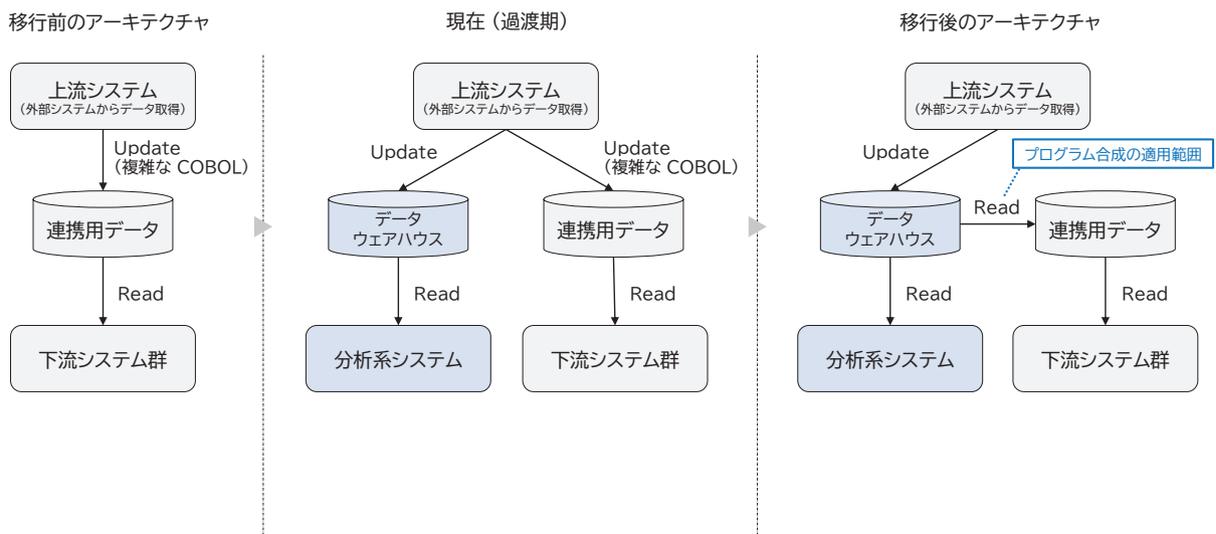


図3 プログラム合成のマイグレーションへの適用スコープ

門家として、国際会議や情報処理学会等の学会へ論文を投稿するような研究から、技術を現場に適用するフェーズまでの一連のプロセスに携わってきました。最初は、レガシーシステムのモダナイゼーションの支援部隊で、何種類かあるモダナイゼーションの案件の特性を分析して、最適な技術の適用支援を行ってきました。そして、この方法をドラスティックに変えることをめざして、プログラム合成を提案し、それをテーマに研究を始めました。

研究のフェーズでは、コミュニティとのコンタクトを常に取りながら、学会への参加、論文投稿等を行っています。そのために、学会や国際会議の新規発表論文は毎日読んでいます。さらに、論文は査読から発表までに半年以上の時間を要するので、論文査読前に発表されるプレプリントや発表論文の一覧を注意深くチェックして、どういう方向に研究が進んでいきそうなのかといったトレンドウォッチは欠かさず行い、スキルを最新の状態にキープしています。ここ3年ほどで一気に注目を集めている生成AIについては進化も激しいため、このトレンドウォッチがより重要になるでしょう。

一方で、新技術の実システムへの適用においては、トレンドウォッチしながら、短期的なメリットを見出すのか、中長期的なメリットを見出すのかを分類したうえで、現場に足を運んで課題を調査分析し、適用技術を検討します。プログラム合成を活用したモダナイゼーションの対象となるシステムは、比較的規模の大きなシステムが多くあります。大規模なシステムでは、枯れた技術を使う傾向にあるため、新技術の導入に際してはその意識ギャップを埋めることも必要になります。そこで、プログラム合成の適用の場合については、部分的に使ってみて従来と比較してかなり効率的になるといった価値を理解してもらい、徐々にスケールさせています。

研究者とソフトウェア開発者の意識のギャップを埋める

事業会社は異動がありますが、こうしたスキルを将来的にどう活かしたいとお考えですか。

NTTデータに入社以降、研究者としてコミュニティへの参加や論文作成等を行い、それと並行して、成果をソフトウェア開発に応用していくというプロセスを経験してきました。こうした経験の中で、大学や研究所のソフトウェア工学の研究者と、企業のソフトウェア開発者との間の意識のギャップを感じています。

ソフトウェア工学の研究者は、コミュニティ活動や論文発表等の観点から、斬新で洗練された手法や正しさが証明できる技術をつくることに意識が向いています。一方でソフトウェアの開発者は、工程管理、進捗管理、予算管理等のプロジェクトマネジメントの観点から、目の前の課題に意識が向いています。こうした意識の差があるうえに、それぞれの活動の場が異なっているため、両者の接点がほとんどなく、それがギャップにつながっていると思います。

この開発者と研究者のギャップを埋めるために、例えば現場の課題を解くにあたって最新の知見を駆使して取り組み、新しい手法を適用して得られた知見を研究コミュニティ側にフィードバックするといった橋渡しが必要だと思っています。これまで私は、これに近い立ち位置で業務に携わってきたので、その経験を活かしてとりあえずは研究のコミュニティ側に軸足を置きつつ、実際の開発現場との間を橋渡しする役割を担ってみたいと思います。

後進や読者へのメッセージをお願いします。

事業会社にいるとビジネス関連の部分を直視することが重要になるため、研究や技術、そしてそのトレンドに関して意識が向く機会が少なく、ノウハウや知見の蓄積や継承も手薄になりがちです。逆に研究者はコミュニティとかかわる機会も多く、論文投稿や学会発表をとおして、ノウハウや知見の蓄積は日常的に行われています。しかし、コミュニティの中に閉じてしまうことで、実際の現場で何が起きているかといった部分へ意識が向かなくなり、現場との距離が遠くなります。そこでもし、事業会社の現場と研究者の接点をとることができれば、それぞれが手薄になっている部分を補完し合うことができるのではないのでしょうか。最近、ビジネスも研究も他者と連携することが多くなっているので、お互いをこの連携の相手と意識していくことで、うまく接点ができると思います。

お客さまやパートナーの皆様にとっても、生成AIの登場によりソフトウェアの開発プロセスが大きく変化しようとしています。こうした流れの中で、私たちはソフトウェア開発プロセスや技術に関して積極的に発信していくことを検討していますし、実際に多くの開発案件で新しいソフトウェア開発方法を適用しているところです。新しい技術をキャッチアップし、それを現場で使っていくことを一緒に行っていただきたいと思います。



NTTコミュニケーション科学基礎研究所
特別研究員

西野正彬 Masaaki Nishino

「組合せ爆発」を乗り越える 最先端アルゴリズム技術

近年、通信の高速化に伴って大量のデータを処理するアプリケーションの開発、利用が促進されています。それに伴い、高速かつ大量のデータ処理に対する社会的ニーズもより強まっています。そのような社会的な課題に対して、データをパターンによって圧縮して処理することで、データ処理を効率化して高速化するアルゴリズムを研究されている西野正彬特別研究員にお話を伺いました。

◆PROFILE：2008年京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻修士課程修了。同年、日本電信電話株式会社に入社。2014年京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻博士課程修了。博士（情報学）。2020年から2023年の間、JST さきがけ兼任。2017年情報処理学会 山下記念研究賞等を受賞。組合せを扱うアルゴリズム・データ構造とその応用、および機械学習の研究に従事。



コンピュータの能力を最大限発揮させる、「基本的なアルゴリズム」の効率化と高速化

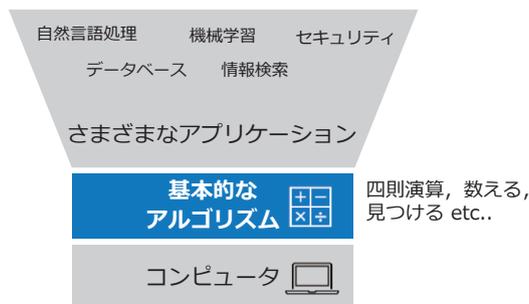
■現在手掛けている研究について教えてください。

私はアルゴリズムの研究をしています。アルゴリズムの研究とは、コンピュータを用いて計算するときの計算方法を考える数学に近い演算をするものです。最近流行のAI（人工知能）を使用するとき、コンピュータの内部では大きな行列の掛け算や足し算などを延々と繰り返すことで、AIの機能が表現されています。アルゴリズムはアプリケーションごとに独自のものが使用されており、代表的なものでいえばコンピュータを用いて条件に沿って並び替えをする「ソートアルゴリズム」などがあります。その独自アルゴリズムとは別に“基本的なアルゴリズム”というものもあります。基本的なアルゴリズムとはアプリケーションなどの裏で計算をしている基礎部分で、四則演算をしたり数を数えたり、特定の組合せを見つける役割を担っています（図1）。

私はその基本的なアルゴリズムについて研究をしており、デー

タをより効率良く扱うための改良や新しい考案を行っています。この基本的なアルゴリズムはアプリケーションなどコンピュータを利用する際に広く使われているため、ほんの少しでも改善されるだけで広範囲のパフォーマンス向上につながります。それがこのアルゴリズムの研究における魅力です。

もう1つの魅力としてアルゴリズムの研究は“効果が高い”ということがあります。半導体の改良などによりコンピュータの処理速度はすごいスピードで進化しています。最近発表された新しいノートPCでは、3～4年前に発表したモデルと比べて処理が4倍も高速化したと謳われていました。しかし、アルゴリズムはそれ以上のスピードで進化しています。問題を解くための数ある計算方法の中から最良のアルゴリズムを使うとか、新たなアルゴリズムを開発することによって、数倍どころか数万倍も高速に問題が解けることもあります。それは今までなら数十年かかってしまうため解けなかった問題でも数日で計算が終わるという大きな進歩につながり、そこが基本的なアルゴリズムの研究における面白さの1つだと感じています。



基本的なアルゴリズムは、コンピュータを利用するさまざまなアプリケーションで活用される。

アルゴリズム改良の影響範囲は幅広い。

図1 アルゴリズムの構造

さらに計算量の削減によりエネルギー消費を削減できるため、環境にも良い影響を与えます。近年ではAIの普及によりAIを稼働するときの大きな電力が問題とされており、環境負荷を低減させる必要性が世界的にも話題になっています。その点、私たちの研究は高速計算による効率化により電力を抑えられるため、環境負荷の問題も解決できるのではと考えています。

■アルゴリズムの研究を始めたきっかけを教えてください。

そもそも入社当時は、位置情報などの人の行動に関連するログデータを分析して、その人に役立つ情報を取り出すライフログの解析を行っていました。それが2008年ごろの話です。その後、入社して3～4年目くらいに「データを小さくするアルゴリズムの研究があるんだけど面白そうじゃない？調べてみない？」と上司に言われたことがきっかけで、アルゴリズムの研究を始めました。元からデータを集めて何かを見つけ出すという解析をしていたので、膨大な組合せのデータを小さくしてから何かを探したり取り出したりする研究があるのなら、ライフログのデータにも使えるのでは、と考えたのです。実際にこの研究をしてみると、とても基礎的な部分であり、それを応用的な問題で使うと今までできなかったことができる実用的なものでした。今ではこの研究がとても魅力的かつ世の中に重要なことだと考えています。

■研究チームについても教えてください。

アルゴリズムは汎用性が高く、多くの場面で活用できるため研究が細分化されています。決定グラフを研究している人や、それを回路の設計で使う人もいればAIで活用する人もいますし、オペレーションリサーチという最適化の技術で研究したり、それぞれの研究を進めながら新しい技術を開発しています。私のいる部署でもアルゴリズムの専門家がありますが、構造をつくる人や決定グラフの改良化の研究、アルゴリズムをどのくらい汎用的に活用できるかを理論化して解析する研究など、さまざまです。それ以外にも企業として何か貢献できるように、ほかの応用問題に持って行って活用するチームもありますし、社内に限らず研究パートナーを探して連携することも大切にして進めています。

「組合せ爆発」を乗り越える 新たなアルゴリズム技術

■ご自身の研究ならではの強みを教えてください。

私は膨大な量の組合せ計算を効率的に解くという「組合せ」のアルゴリズムを研究しています。10個あるお菓子の中から3個を選ぶ、という程度なら、組合せパターンはさほど多くありませんが、100個や1000個から3個選ぶとなると組合せ数はどんどん増えていき「組合せ爆発」や「指数的爆発」とよばれる問題が発生します。そうした膨大な組合せから最適なものを探したり、条件に合う組合せが何種類あるかを調べたりする場面で活用できるようなアルゴリズムの研究です。NTTの主要設備であるネットワークの設計の場面でも組合せが関連してきます。ビルと家をつなぐ故障に強いネットワークの構造パターンを考え、予算の範囲内で最適な構造を見つけるときなど複雑化する条件が与えられたとき、組合せ爆発や指数爆発が発生します。その際の組合せ爆発を避けるため、私たちの計算の効率化や高速化の研究が必要になります。

私の研究は複数の組合せの中から類似した組合せを見つけ出し、それを網羅的にまとめて全体をリサイズするもので、それを“圧縮する”と呼んでいます。全体を圧縮する際にデータを捨てることもなく、データベースのようにして活用できるため組合せの性質が理解できたり、別の複雑な問題を解くこともできます。さらに、小さく圧縮された状態で計算すると計算の効率化や高速化も実現できます。このように、私の研究は一般的な「計算を端折る手法」よりも正確な答えを見つけられるのも大きな特徴です(図2)。

圧縮により数万倍の高速化を実現

アルゴリズムは指定された条件に合うものを計算機にいかにか早く解かせるかという分野でもあります。そもそも、圧縮すること自体が難しい問題なのですが、私たちは圧縮する工程をものすごく効率化させることに成功し、「圧縮して解く」という新たな計算方法で高速化を実現させました。実際に敷き詰め問題といわれ

膨大な数の組合せを圧縮して表現し、圧縮したまま計算することで計算を大幅に高速化したり、これまで不可能であった計算を可能にする

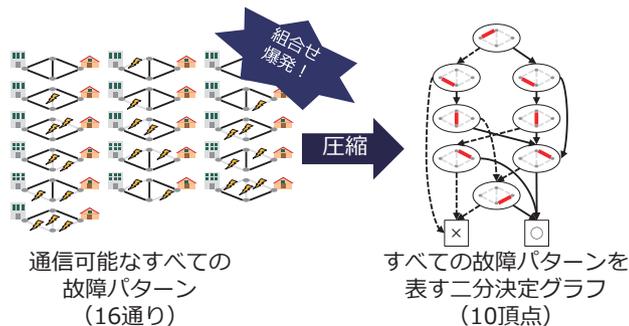


図2 組合せの「圧縮計算」



るもので測定したところ、既存法では使えなかったものが使えるようになり、190通りの解の計算が16475秒から0.88秒まで短縮できました（図3）。

今回は8×8マスを使用しましたが、マスの量が多くなるほど組合せも膨大になり、時間の乖離が開いていきますし、条件を足せば足すほど問題も増えてきます。そこに対して圧縮の技術をどのように活かせるのかを考えながら研究を進めています。

AIの制御など、広い場面での活用をめざす

■この研究の成果や、これからの展望を教えてください。

アルゴリズムというのは実用的に使われることも大事ですが、アカデミア（大学や理化学研究所や国立研究開発法人など公的な研究機関）的にも、国際的に認めてもらうのも価値の1つです。その点でいうと世界的に有名な「The Art of Computer Programming (TAOCP)」というプログラミングやアルゴリズムの専門的な教科書に、私たちの組合せのアルゴリズムを何ページにもわたって紹介してもらいました。その後、日本語版でも私のアルゴリズムに関する研究を紹介してもらえたことは、基礎研究として貢献ができていたのかなと実感できる出来事でした（図4）。また、私たちのアルゴリズムを応用することも進めており、その研究が各分野の論文誌に掲載され、学術的にも面白いことを

やっていると認められたのではないかと思います。

この研究は時代に左右されない普遍的な問題の研究ですので、今後も基本的な部分を深めていくことが必要だと思っています。どこまで高速に小さく表現できるのか、それを使ってどのような問題が解決できるのかなど、まだまだやることがあります。また、応用の面でも私たちのアルゴリズムは広い場面で使えるのではと考えています。例えばAIなどの機械学習に何か質問を入力すると出力が返ってきますが、その答えの根拠が不明な場合や、有害な回答が返ってくる場合があります。便利な反面、近年では危険性についても問題視され、AIを制御するシステムが必要ではないかと世界的にいわれており、日本でもそのような研究に国の予算がついています。私たちも信頼されるAIの実現をめざし、仕様やルールを与えたときに、その仕様と出力をチェックして出力内容が適切か調べる仕組みの研究をしています（図5）。

この制御については言語の分野でも活用でき、LLM (Large Language Models) でも、AIが事実に基づかない情報を生成する現象であるハルシネーションが起きない仕様があれば、ある程度のコントロールができます。そのためにはルールを満たす最適な出力である必要があり、私たちの圧縮の技術が活かせると考えています。ハルシネーションが起きないことが分かれば、エンドユーザの方も安心してAIを使えますので、機械学習やルール、記号推論（論理式で表現された前提知識や仮定から論理的帰結を導き正しく決定することなど）を研究されている大学の先生方と協力し、安心して使えるAIの開発に注力しています。

また、この検証器つき機械学習を実用化するためには、ユーザーごとにルールや仕様を変更できることも必要だと考えています。AIの開発はとてもコストがかかるため学習モデルをつくれる場所は限られており、ユーザーは開発を進めているビッグテックやNTTなど誰かがつくった既製品を使うこととなります。そのときには独自の仕様やNGリストを設定し、設定どおりにコントロールして制御する技術は間違いなく必要があります。そのため私たちの検証器つきモデルでも、学習するモデルに仕様を追加したらどうなるのかという問題設定をして理論的に解析しています。

私は日ごろからいろいろな事象や何か問題が発生したとき、こ

盤面に隙間なくピースを敷き詰める方法を見つける問題

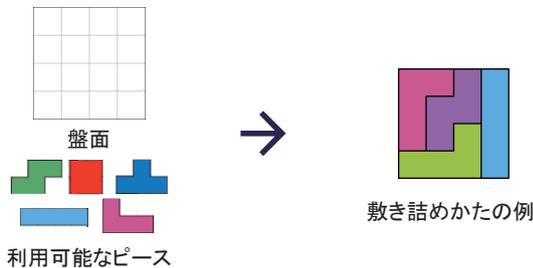


図3 8×8マスの敷き詰め問題

Proceedings of the Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-20)

Dancing with Decision Diagrams: A Combined Approach to Exact Cover

Masaki Nishino,¹ Norihito Yasuda,¹ Shin-ichi Minato,² Masaki Nagata¹
¹NTT Communication Science Laboratories, NTT Corporation
²Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University
 nishino.masaki@lab.ntt.co.jp

7.2.2.1 DANCING LINKS: DANCING WITH ZDDS 55

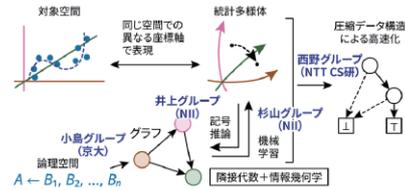
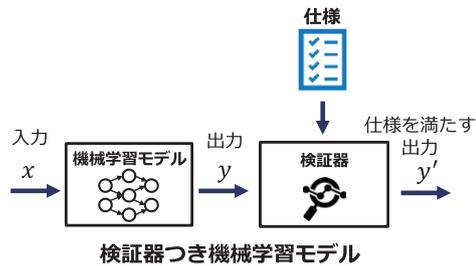
***Dancing with ZDDs.** The solutions visited by Algorithm X in step X2 can be represented naturally in the form of a decision tree, as we discussed in Section 7.1.4. For example, here's a decision tree for the solutions to the problem of covering the eight cells of a 3 × 3 board with four dominoes, after the corner cell 22 has been removed:

TAOCP Vol.4B, 2022

Donald E. Knuth, "The art of computer programming Vol.4B", 2022

【日本語訳】
 Donald E. Knuth著, 和田 英一 監訳, 岩崎 英哉, 田村 直之, 寺田 実訳
 The Art of Computer Programming Volume 4B Combinatorial Algorithms Part 2 日本語版
<https://www.kadokawa.co.jp/product/302310004472/>

図4 世界的にも有名な「The Art of Computer Programming」の掲載ページ



JST CREST 「記号推論に接続する機械学習」プロジェクト
<https://ml-sr.nii.ac.jp/>

図5 「検証器つき機械学習」の研究

れは組合せの問題かな、こっちはグラフの問題なのでは、など無意識に探しているところがあります。機械学習とアルゴリズムを組み合わせることは、10年以上前から興味を持って調べていました。当時は信頼性の話なんて誰もしておらず、ただ動けば万々歳だったフェーズを超えて、世の中に使われるようになってきたことで、いよいよ保証が求められる時代になり昔から考えていた構想が現実味を帯びてきました。これは、自分の持っている技術が世の中に使えないかなという目で日ごろから見ているからこそ、始められたプロジェクトだと思っています。

■研究における課題やポイント、解決すべき問題を教えてください。

研究を始めるときは、なかなかうまくいかないものです。アルゴリズムの研究も最初のころは、少し進んでは落とし穴に落ちることを繰り返しており、なかなか進まないと感じていました。圧縮が効くだろうと思っていたものがうまくいかず、処理スピードが上がらなかったということも多々ありました。しかし、その落とし穴に落ち続けるうちに、データの性質を見極めたアルゴリズムの設計ができるようになりました。

また、別の分野に踏み出すたびにその分野を勉強する必要も出てきます。そこでもやはり落とし穴に落ちたりするもので、これはすでに世の中に出ているのではないか、これは本当に論文に書いて認められるのか、などが判断できず試行錯誤することは、最近の新しい研究でもあったことです。数をこなせば慣れるものですが、何事も初期は大変だなと感じました。

そのほかにも、アルゴリズム以外のことに関しては専門家の方に話を聞き、目利きしてもらい、見極めてもらうことも大切です。反対に、アルゴリズムでは解決できないだろうと思われていた問題を解決できたりするものなので、お互い認識の擦り合わせをしながら、新しい何かを開発していくものだと思います。

■最後に学生や若き研究者、ビジネスパートナーの方々へメッセージをお願いします。

ビジネスパートナーや大学の先生方にはいつも本当に助けていただいています。一緒に研究していただけることで私たちの研究は成り立っていますので、感謝しかありません。今後もお付き合

いいただき、ともに研究を進めていければと思っています。

学生や若き研究者の皆さんは研究発表を聞く機会がたくさんあると思います。発表はなんとなく聞くこともできますが、私は必ず質問するように心掛けています。何か気になったから質問するのではなく、“最初から質問するつもりで話を聞くこと”がポイントで、この習慣が今の研究に生きています。相手の話を理解しなければ、おかしなところや面白いところなども見えてきません。質問する意識を持つと集中力は自然に高まりますし、自分だったらこうするだろう、きっとこういう理由でやらなかったのだろうな、など想像ができるようにもなります。もし良い質問ができれば、ほかの方の気付きにつながったり、場の雰囲気盛り上がるということもありますし、発表者も興味を持って質問されるのは嬉しいものです。意識的に質問する習慣がつけば、皆さんの研究にもいづれ生きてくると思います。

NTTにはさまざまな分野のとても優秀な研究者の方々がたくさんいます。同じチームの方は学生時代からアルゴリズムの研究をされていたので地力があり、そのような優秀な方と意見交換しながら仕事ができるのはNTTで研究する魅力の1つです。研究に対して理解があるので非常にやりやすい環境です。ほかにもNTTデータ数理システムと連携してアルゴリズムの実装をしていますが、同じグループだからこそ連携の話が進むのが早かったこともあります。NTTデータ数理システムはAIや数理最適化などに関する高い技術を持つことで知られている会社なので、そういった会社とグループ会社になりスムーズに連携が取れたのはNTTならではのと思っています。



(今回はリモートにてインタビューを実施しました)



NTTコム チェオ株式会社

<https://www.nttcheo.com/>



「Changing The Way You Work : 企業の“働く”を変える」をスローガンに、「ビジネスイノベーションを通じた驚きと感動のCX提供」と「社会貢献」の両輪で実現



NTTコム チェオ
木全真吾社長

2020年の新型コロナウイルスによる感染拡大をきっかけとしてテレワーク導入が加速し、就労形態の1パターンとして定着してきました。コールセンタの世界では、自宅でのコールセンタ業務を行う「在宅コールセンタ」が急増しています。NTTコム チェオでは2002年の会社設立当初から、テレワークを導入しており、全国各地の在宅オペレータを活用したOCNのテクニカルサポートから事業をスタートしています。その後、お客様のニーズに呼応するかたちで、Microsoft サービス (Windows, M365等) のテクニカルサポートやその他のヘルプデスク、IT 機器端末のLCM(ライフサイクルマネジメント)、さらにはサービスマイグレーションやアウトバウンドコール等のアップセルを含めたアウトソース受託といった一連のサービスフローに業務範囲を拡大しています。NTTコム チェオ 木全真吾社長に、スローガン「Changing The Way You Work : 企業の“働く”を変える」で「ビジネスイノベーションを通じた驚きと感動のCX提供」と「社会貢献」の両輪を実現する姿勢を伺いました。

「コンタクトセンタ事業」「フィールドサービス事業」「BPO 事業」の3 領域で事業展開

■設立の背景と会社の概要について教えてください。

NTTコム チェオは、NTTコミュニケーションズ全額出資により、ICTアウトソーシングを事業の柱として、2002年11月に設立されました。

「Changing The Way You Work : 企業の“働く”を変える」をスローガンに、従業員：約250名、パートナー社員：約350名、所属フリーランス (CAVA*等)：約800名の多様な人材が多様な働き方を体現しながら業務を拡大・進化させ、幅広いBPO (Business Process Outsourcing) ソリューションを提供しています。

■どのような事業展開をしているのでしょうか。

NTTコム チェオは、主として「コンタクトセンタ事業」「フィー

ルドサービス事業」[BPO (Business Process Outsourcing) 事業]の3 領域で事業展開しています (図1)。

「コンタクトセンタ事業」は、2002年の創業以来、全国各地のフリーランスとの業務委託により在宅でコンタクトセンタを行う仕組みを先駆的にスタートさせ、一般的なカスタマーサービスから高度な技術知識が必要なテクニカルサポートまで、お客様のサービスや業務に関するさまざまなサポートについて、アップセル・クロスセル勧奨を含めて代行します。「拠点型」「お客様拠点常駐型 (インハウス)」「在宅型」など、業務の規模や条件に応じた最適なセンタ構築やマネジメントの提案を行います。それらを活かし、これまでインターネット接続サービスOCNのテクニカルサポートやMicrosoftのサービス (Windows, M365等) のテクニカルサポートのほか、モバイル端末サービスデスクなど、さまざまな分野においてサービスを提供しています。

「フィールドサービス事業」は、全国のIT専門スタッフが、お客様指定の拠点を訪問しIT機器の設置・設定や保守、アプリケーション導入などの作業を行う訪問型サービスを提供しています。当社が全国一括で、スタッフをアサインし、複数拠点の同時対応、土・日・祝日や早朝、夜間の作業など、お客様のさまざまなご

* CAVA : .com Advisor & Valuable Agent (在宅スタッフ)の略。

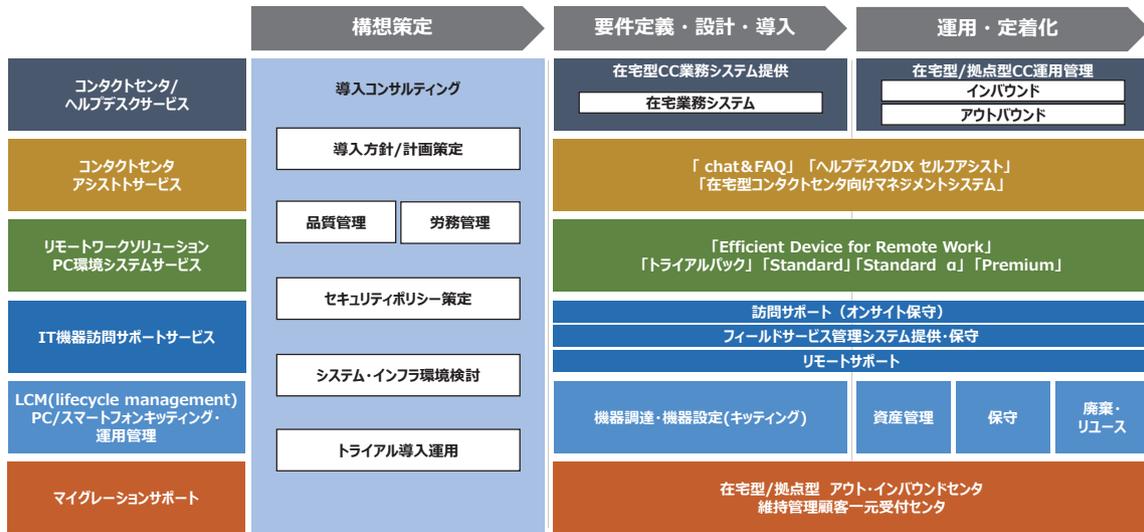


図1 提供サービス・ソリューション

要望にも柔軟に対応します。2003年からOCNテクニカルサポートセンタと連携してOCN訪問サポートを行ってきましたが、その後、無線基地局工事立会、温度センサ・スマートメータ取付け等、さまざまな業務を対象に事業展開しています。

「BPO事業」は、PC・タブレット・スマートフォンなどのIT機器端末のキッティング（導入時の設置・設定作業）や配送、資産管理、廃棄までのLCM(ライフサイクルマネジメント)や、サービス終了時のエンドユーザ対応（サービスマイグレーション）、各種社内ヘルプデスク代行業務など、広くBPO分野での実績を積み重ね、「BPOのプロ集団」として、さまざまなお客さまにきめ細かいソリューションを提案しています。

人材不足、スキル不足という社会課題解決のBPOソリューションを提供

■市場環境はどのような状況でしょうか。その中、どのような事業に注力されていますか。

CX (Customer Experience)・顧客接点という概念が広く意識されるようになり、その実現の場としてのコンタクトセンタの役割はますます重要なものとなってきています。その一方で少子高齢化などの影響もあり、世の中全体が人材不足の傾向にあり、特にコンタクトセンタをはじめ、スキルを要する業務の場合、この傾向がさらに顕著なものとなっています。そのうえ、諸物価高騰や人件費高騰といった環境の中、コスト削減要請は依然継続しています。

私たちのコンタクトセンタは、全国各地の在宅スタッフをICTにより組織化し、既存の拠点型センタと在宅スタッフを連携させたハイブリッド型のセンタとして、20年以上の実績があります。在宅スタッフは、多様な人材の多様な働き方を実現するテレワークモデルを先導し、就業上のさまざまな制約(育児・介護・居住地・通勤・時間)を抱えた方のライフスタイルに応じた柔軟な働き方

を提供しています。このようなビジネスイノベーションをとおして、人材確保、オフィススペース削減によるコスト低減、地方活性化、ダイバシティ推進を実現しています。さらに、全国分散型のコンタクトセンタを構成しているため、CX・顧客接点という重要な課題に対して、BCP (Business Continuity Planning) による事業継承性確保という付加価値を提供しています。

(1) BCP対策に有効な災害に強い分散型コンタクトセンタ

近年、南海トラフ地震臨時情報が発表され、あらためて大規模地震発生リスクの高まりとともに、BCP対策の重要性が注目されています。2011年3月の東日本大震災発生時には、当社仙台コアコンタクトセンタも被災しましたが、サポート業務を中断することなく、1時間後には応答率90%以上回復し、センタ拠点分散以上のBCP対策効果があることが実証された実績があります(図2)。

(2) IT機器の導入～廃棄までワンストップでお預かりするLCMサービス

人手不足・スキル不足は、企業のシステム導入・セキュリティ対策・ヘルプデスク業務にも影響が出ています。私たちは、PCやスマートフォン等のIT機器端末の調達からキッティング、故障時交換などを行うLCMサービスを提供することで、お客さまのこうした課題へ対応しています(図3)。業務端末を一元的にアウトソースし、コスト最適化・社員稼働を本務に集中させたい大企業のお客さまから、IT導入やセキュリティ対策への課題認識と重要性は理解しているものの「本業務に追われ考える余裕がない」等、抜本的に取り組めるリソース・ノウハウがない中小企業のお客さまなど、さまざまな課題に対応しています。当社では、NTTコミュニケーションズの商材と組み合わせることで、従来型のLCMを発展させ、加えて個々の社員が端末利用時に発生する疑問・問題点に対して、煩わしい登録や操作が不要で直感的に利用できるDXポータル「ヘルプデスクDXツールセルフアシスト」を用意し、LCM全体のDX化にも取り組んでいます。



図2 全国分散型コンタクトセンターによるBCP対策

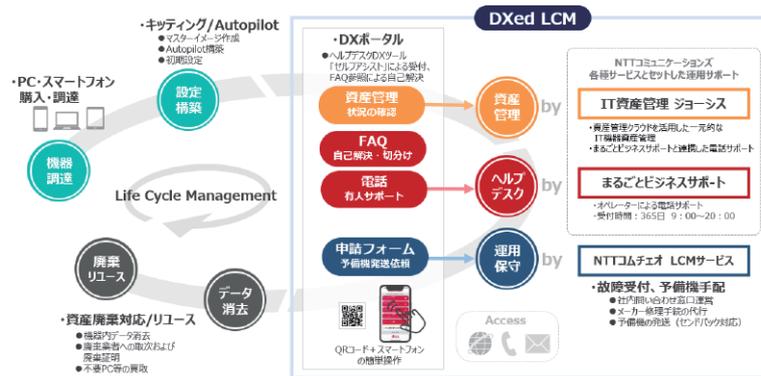


図3 LCMサービス概要

(3) ネットワークサービスの円滑な終了や乗り換えを実現する
サービスマイグレーション支援

さらに、人手不足・スキル不足は企業で臨時的に発生する業務への対応も困難となります。最近、引き合いが急増しているのが、サービスマイグレーション支援事業です。NTT東日本・西日本やNTTコミュニケーションズをはじめとするNTTグループでは多くのネットワークサービスを提供していますが、新サービスのリリース時にその前身のサービスが終了することも多く、旧サービスを利用中のお客さまにサービス終了や後継サービスのご案内をする必要があります。サービスによっては何万社・何万人もの利用者に案内ハガキやメールを送ることもあります。今年度はNTTコミュニケーションズのネットワークサービスのマイグレーションを全体として管理統括する業務、「アップセルセンタ」を受託しています。アップセルセンタでは、サービス終了時期や利用者情報を基に、全利用者様にアプローチし、きめ細かく対応を行います。単なるマイグレーションに終わらず、アップセルをすることでお客さまの利便性をさらに向上させるとともに、顧客の流出を防ぎサービス収益の向上にも貢献しています。

■今後の展望についてお聞かせください。

社会情勢の変化やお客さまのニーズの多様化など、私たちを取り巻く環境は大きく変わりつつあります。社会に先駆けてテレワークを実践してきた企業として、時代に追いつかれることがないよう、企業や地域の皆様への新たな価値を生み出し、期待を超える「驚きと感動」のCXをお届けすることで幸せな世界を創っていきたいと思います。

また、当社が運用してきた在宅型コンタクトセンタは、地方での就業機会創出、柔軟な働き方の実現、人口減社会における労働力確保など、日本の社会が直面しているさまざまな課題の解決に貢献できる事業モデルです。社員や在宅スタッフの皆さんとともに、新しいチャレンジをし、さらに変革していきたいと思ひます。

■参考文献

(1) 総務省：“令和4年通信利用動向調査”
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/230529_1.pdf

担当者に聞く

大企業の情報システム部門の責任担当者や社内ヘルプ部門からのテクニカル、プロフェッショナルな問合せ対応業務を実施する仙台コアコンタクトセンタ

仙台コアコンタクトセンタ
センタ長

松岡 重樹 さん



■どのような業務を行っているのでしょうか。

仙台コアコンタクトセンタで実施しているMicrosoft業務(M365)は、法人向けプレミアムサービスを対象としており、問合せ元が大企業の情報システム部門の責任担当者や社内ヘルプ部門からのテクニカルな問合せ対応業務を実施しています。

本業務は、お客さま社内内で困っている事象・情報をトリガーに情報システム部門の担当者がテクニカルな内容を問い合わせしてくるため、問合せ内容からお客さまシステム環境を把握し何がネックになっているのかを推測し、検証環境を構築・確認したうえで解決策(回答)を用意し、1件の問合せに対して複数のやり取りを介し約10~15営業日を要してご回答しています。

Team Manager

長田 崇 さん



Microsoft365契約者向けのテクニカルサポートチームのTM(チーム・マネージャー)に就いています。法人向けサービスということもあり、クライアント、ユーザいずれの要求水準も非常に高いのが特徴です。誤った案内をしてしまうと、ビジネス的なインパクトが大きくなるリスクがあるため、お客さまとの認識のすり合わせ・動作検証の徹底・最終回答時のクロスチェック実施など、緊張感を持って業務に取り組む必要があります。だからこそ、検証した想定動作を確認のうえでお客さまへ回答報告をする際はもちろんのこと、お客さまアンケートでの高い評価を獲得した際や、月・四半期・年ごとに設定したKPI(Key Performance Indicator)を達成したときの喜びはひとしおです。

Technical Lead

岩本 侑大 さん



TL(テクニカル・リード)として、実際にお客さま対応を行うエンジニア担当からの対応相談を受け、お客さまに送付する回答内容のレビュー、チームのスコアや業務量のマネジメントを行っています。私のポジションはお客さまとの直接のコンタクトがないため、お客さまが何を求めているのかを把握することが難しく苦労する場面もあります。エンジニア担当からの相談内容から、お客さまの状況やお問い合わせいただいた背景を把握し、お客さまが真に求めている回答を、エンジニア担当を介して提供できるよう意識しています。

Quality Manager

安達 楓 さん



QM(クオリティマネージャー)として、エンジニア担当の対応品質・アンケートスコアの維持・向上の施策を実施しています。クライアントから求められている高いKPIを達成するために、どのような施策を実施することがアンケートスコアの向上につながるのか、日々模索しながら改善・指導を続けます。各エンジニア担当との地道なコミュニケーション・フィードバックと並行して、品質に関するナレッジを日々更新して全体展開を行うなど、エンジニア個人にもチーム全体にも自身から積極的にアプローチすることを心掛けています。

■今後の展望について教えてください。

M365におけるコムチェオ担当業務は大規模な法人ユーザから来る高い難易度のプレミアム対応のみとなっています。こうした高難易度のテクニカルサポート業務を対応・解決するセクションとしての立ち位置をしっかりと確立・維持し続けることでクライアントからの高い信頼を得ることになります。そのため、日々の業務を通じ人材・スキルの高度化を図り、今後さらに高いスキルが求められる法人向けテクニカルサポート業務を新たに開拓していくことにチャレンジしてまいります。

NTTコム チェオ ア・ラ・ワ・ル・ト

■全国に広がる優秀なスタッフとCX向上の取り組み

コムチェオでは、約800名の在宅スタッフ・訪問スタッフが全国で活躍中です。スタッフの1人、新潟県佐渡市のAさん(写真1)はこの仕事を始めて5年目ですが、業務のかたわらボランティアとして高齢者の通院や買い物のサポートを行い地域社会にも貢献しながら充実した毎日を送っています。さまざまな制約があっても優秀な人材がキャリアを継続できるのがこの仕事の魅力。スタッフの多様な働き方を支えるため、スキルアップやメンタルケアについても基本的にオンラインで実施しています。旬なテーマを取り入れたり、理解度や臨場感を高める工夫を凝らしながらCX向上に向け取り組んでいます(写真2)。



写真1 新潟県佐渡市のAさん



写真2 TV出演経験もある日本クレーム協会理事の谷氏(写真右)を迎え対話型セミナーを開催



カーボンニュートラルに貢献する 「次世代型データセンタ」プロジェクト

生成AI（人工知能）の登場によりデータセンタの構築需要が急拡大する中で、サーバの高発熱化に伴いデータセンタの消費電力量が著しく増加し続ける一方、データセンタのカーボンニュートラル化は世の中の重要命題となっており、この相反する目標をいかに同時実現できるかが喫緊の課題となっています。NTTファシリティーズではこの課題解決に向けて、全面的に液冷方式サーバを採用した次世代型データセンタ構想プロジェクトを開始しました。

本プロジェクトの概要

ICTサービスを支えるデジタルインフラとしての機能を担うデータセンタは、生成AI（人工知能）の普及などによって今後需要がさらに拡大するといわれています。サーバのプロセッサにおける計算処理能力の向上に伴いサーバの発熱も著しく増大していますが、今までのような空気を媒体とした空冷空調機だけではその発熱を冷却しきれなくなり、液冷方式に対応するサーバが近年急スピードで開発されています。本プロジェクトでは、平均発熱量40kW（サーバはNVIDIA DGX H100のモデル）をベースとした液冷方式のサーバをベースに2023年秋ごろから検討しています。

液冷方式は、接触タイプ（コールドプレート冷却）と浸漬タイプ（液浸冷却）に大別されますが、本モデルでは接触タイプを対象としています。接触タイプはCDU（Cooling Distribution Unit）*1から冷却液をサーバ内のコールドプレートに送り込むことにより、サーバを液体で直接冷やす方式です（図1）。今回の検証では、サーバの発熱量の約65%を液冷方式で冷却することができ、データセンタ全体の消費電力量の約20%を占めるサーバ冷却用消費電力を約50%削減することが可能になると試算しています。

一般的に設計pPUE（partial Power Usage Effectiveness）*2

は空冷方式で1.20、液冷方式で1.10程度となります（図2）が、この消費電力量効果は液冷方式の割合に比例します。さらに液冷比率を高く想定し、仮にサーバの発熱量の約90%を液冷方式で10%を空冷方式で冷却した場合のpPUEは1.06となります。

液冷サーバの設置による空調エネルギー削減の可能性を3つに大別し、空冷方式との数値比較をしながら、それぞれのメカニズムを解説します。

■空調用冷水温度の上昇

一般的に、大型の空冷空調機ではチラー等の熱源機器により生成された水が冷却に使用されますが、データセンタの空調用冷水生成のためには圧縮機を用いた熱源機器（圧縮機熱源）が必要です。これは標準的な空冷空調機への送水温度（給気15～25℃、還気25～35℃程度）に対し、日本における年最高外気温度（35～40℃DB、25～30℃WB）が高温多湿であり、建物外へ熱を搬送するために圧縮機が必要となるためです。これまで省エネルギー

*1 CDU：液冷方式のサーバへ要求される温度の液体を送り込むための機器。

*2 pPUE：パーシャルPUE。対象設備の総消費電力量をサーバ消費電力量で除したもの。本稿では、DH空調に関する空調設備を対象とした。

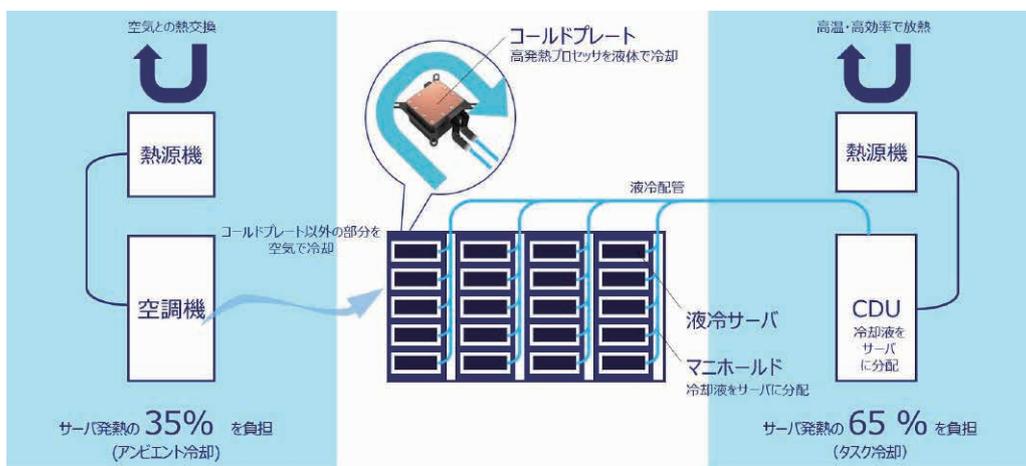


図1 液冷サーバの冷却概念図

促進の観点から、中間季や冬季など部分的に熱源を停止する外気冷房システム（フリークーリングシステム）が多く提案・採用されてきましたが、最暑期のために圧縮機熱源を設置する必要があります。液冷方式では、CDUへ送る空調用冷水温度は空冷方式のそれより高い温度帯となる可能性があります。これは“空気よりも熱が伝わりやすい”という液体の特性により、高温帯でプロセッサとの熱交換が可能となったことによります。当該建物ではCDUへの送水温度を32℃と設定し、潜熱冷却を利用した冷却塔を採用することで、圧縮機熱源を一切採用しない構成としました。本検討条件では、冷却塔の冷水生成効率は圧縮機熱源の約7倍と大きくなります。従来の空冷方式では、データホールの空調年間消費電力量のうち、圧縮機熱源が占める比率は約5割と

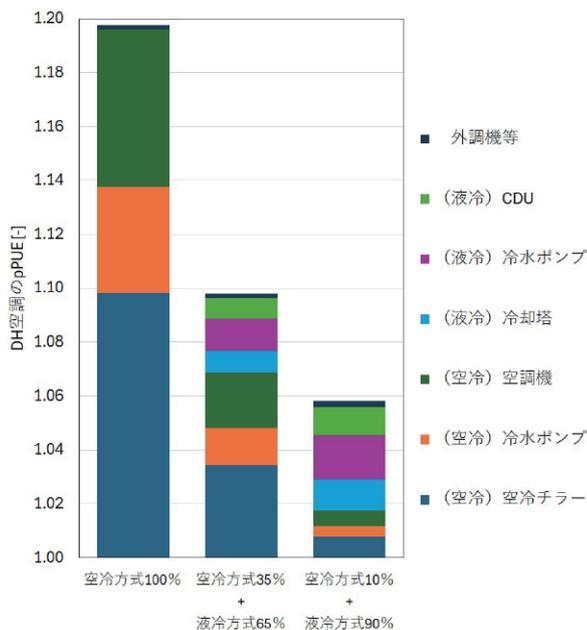
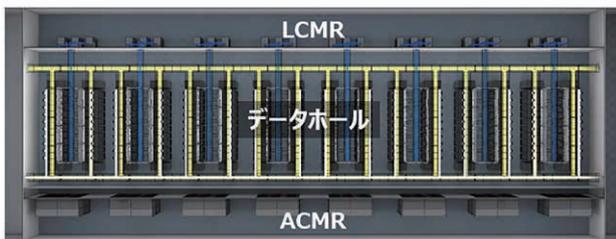


図2 空調用消費電力量

平面プラン



断面プラン

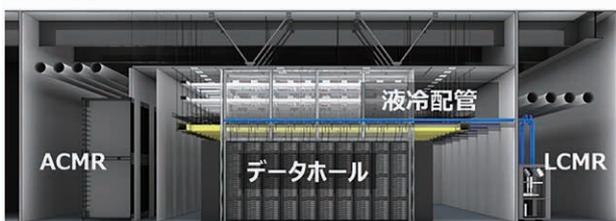


図3 データホールの平面・断面プラン

大きく、当該システムの省エネルギー効果の内訳として1番大きい要素となっています。さらに、圧縮機熱源は高外気温時に消費電力が増加する傾向があるため、他機器と比較してピーク電力に与える影響が大きくなりますが、圧縮機熱源の削減は電気設備容量をコンパクト化するうえでも有利に働くといえます。

■送水温度差の拡大

液冷方式では、サーバの高集積・高密度化により、排熱温度帯がさらに高くなる可能性があるため、大温度差での冷水供給による省エネルギーの可能性があると見えます。空冷方式では、冷水送水温度と還水温度の差（送水温度差）は従来10℃前後が主流でしたが、当該モデルでは15℃として設定しました。一定量の熱量を搬送する前提では、送水温度差と流量は反比例の関係となります。従来の空冷方式を例にとると、熱源と空調機間の冷水の搬送動力は、データホールの空調年間消費電力量の約2割を占めます。液冷方式により送水温度差が大きくなることは、空調用冷水の搬送動力が削減されることにつながります。

■空気から液体への熱媒の変更

従来の空冷方式では、大量の空気を吹き出して冷却を行うため、空冷空調機の送風機動力はデータホールの空調年間消費電力量の約3割を占めます。液体は空気と比較して比熱が大きく熱搬送効率に優れることから、空気の代わりに液体で熱を搬送する液冷方式は省エネルギー性能に優れています。本検討条件では、液冷方式は空冷空調機と比較してサーバからデータホール内の空調機器までの熱搬送エネルギー効率は約5倍に向上しています。

周辺環境に調和するデザイン

本プロジェクトのモデルプランは、新築だけでなく既存の空冷データセンタの一部または全部を液冷方式に改修するというニーズにも対応するため、従来の空冷データセンタのオーソドックスな平面・断面形を踏襲していますが、液冷方式対応の特徴としてCDU専用のLCMR (Liquid Cooling Machine Room)*3スペースを設けることにより、セキュリティ性・メンテナンス性・拡張性を確保しています(図3)。

サーバの高集積・高密度化により、新たにLCMRを設けたとしても、サーバを設置するデータホール面積が従来の3分の1程度に縮小されると想定され、それに伴い建物全体のボリュームも縮小化されると見込んでいます。これにより敷地に余裕が生まれるため、データセンタを運用する事業者にとっても敷地利活用の選択肢が増えることとなります。その選択肢は、敷地そのものを縮小化する、受電が確保できればデータセンタの規模を大きくする、データセンタに付随する用途（オフィスや研究所など）の建物を増築するなどが考えられますが、私たちはそのスペースを周辺地域への貢献に活用できないかと考えています。セキュリティ性が高く、さらに年々大規模化していくデータセンタは、その特性上閉鎖的で圧迫感のある建物になりやすく、また空調や発電機など

*3 LCMR：液冷用CDUの専用スペース。



図4 次世代型データセンターの外観イメージ図

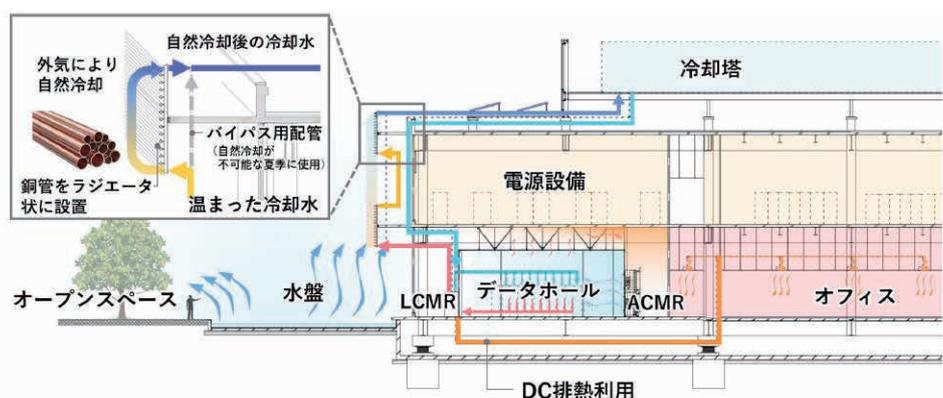


図5 プレクールコイルウォール・廃熱回収の概要図

の騒音・廃熱への対処という設備的な諸課題もある中で、特に国内ではデータセンターが住宅地近傍に建設されるケースも多く、地域や周辺環境との調和が重要なテーマとなっています。本プロジェクトではデータセンターの液冷化により生まれた余剰スペースの活用方法として、地域に開放した緑のオープンスペースによる良好な景観形成とヒートアイランドの抑制に寄与する水盤を設け、物理的なセキュリティを確保しながら周辺環境への調和を意識したデザインを構想しました(図4)。

また、今回考案したプレクールコイルウォール™*4は、空調機のラジエータを露出したような設備・外装システムです。サーバの冷却に使用され温まった冷却液を建物外周に張り巡らせた熱伝達率の高い銅管内に通すことにより、季節や方位によっては屋上の冷却塔を介さず外気のみによる自然冷却を行うことができると考えています(図5)。

データセンターにおけるファシリティ要件の変化

一方、先日リリースされたNVIDIA DGX GB200 (NVL72) は1ラック当りの発熱は120 kWといわれており、上記で検討したモデルの実に3倍もの発熱量のサーバが登場しました。生成AIサービスの拡大に伴い、データセンターに求める要件も変化してきています。学

習用AIは立地要件が緩和されるため地方に大規模化データセンターを構築する方向へ向かっており、推論用AIは従前のクラウドサービス用データセンターと同等の立地要件が求められる傾向にあるため、土地や電力の確保競争がますます激化するとともに、既存のデータセンターの活用も増えていくと予測されます。この2つの大きな方向性のいずれも、高密度化された高発熱のサーバへの対応が必須となる状況で、データセンターのファシリティ要件にも変化が予想されます。

データホール内のサーバラック上部までは分岐バスダクトにより配電しますが、現時点におけるバスダクトの既製品最大電流が1200 A程度のため、架列(Row)当り850 kW程度(1200 A×415 V×√3)が上限となります。また、UPS(Uninterruptible Power Supply)からの電源供給量の観点で考えると、4 to make 3の冗長方式*5の場合6架列で1モジュールを構成するのがもっとも効率的です。現時点におけるUPSの既製品最大級単機容量が1500 kVA程度であるため、1モジュール当り4.5 MW(1500 kVA×3台)、1 Row当り750 kW(4.5 MW/6 Row)の電源供給容量となります。このことから、1 Row当りの消費

*4 「プレクールコイルウォール™」は商標登録出願中です。

*5 バスダクト4系統(A~D)で各架列2系統ずつ供給する(AB, AC...CD)と6パターンの組合せとなり、1つの系統が遮断されても3つの系統の負荷が均等となる仕組み。

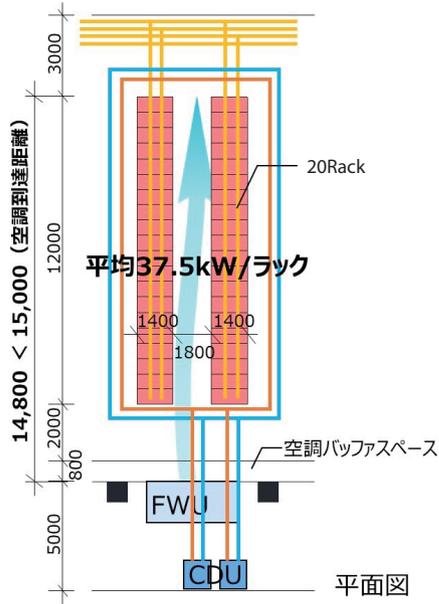


図6 効率的でフレキシブルなデータホール

電力は750 kWが上限値と設定できます。NVIDIA DGX GB200 (NVL72) の場合、液冷：空冷 = 9 : 1といわれていますので、この比率を用いるとCDUの冷却能力は675 kW/Rowとなります。一方、空調設備の観点で考えると、一般的な空調効率の良いFWU (ファンウォールユニット) の冷却能力は100 kW/mであり、1 Row当りの空冷能力は約300 kW (1 Row幅≒ 3 m) となるため、1 Row当りの消費電力：750 kWに対する冷却能力は、空冷：300 kW (40%)、液冷：675 kW (90%) となります。1 Row当り100%以上の冷却能力を供給できる設備スペースを用意することで、さまざまなタイプのサーバを組み合わせることで、将来の新規サーバ開発へのフレキシビリティを確保しておくことなどにもつながります。また計算上は120 kW/ラックのサーバは最小6ラックで架列を構成可能となりますが、そこに低発熱ラックが設置されてしまうと、バスダクト、FWU、CDUの設備容量に対して設備過剰の状況になります。いつ、どのタイプのサーバを、どの程度設置するのかが不確定な状況下においては、空冷到達距離上限の15 m程度を架列長さ (20ラック/Row) の上限としてデータホールのスペースを確保 (結果としてサーバの平均発熱量が37.5 kW/ラックとなる) する条件で設計をしていくと、現時点におけるAI専用データセンタの効率的でフレキシブルなデータホールの大きさや形状が実現できると考えられます (図6)。

さまざまなデータセンタ冷却システムの検証

当社は設計事務所でありながら、CDUをはじめとするデータセンタ専用の海外製大型空調機器の調達・保守にも対応しており、

*6 当社が扱う空調関連商材以外のデータセンタの保守業務はNTTアノードエナジーにより行います。

設計監理の領域にとどまらず、設計・工事・物品調達・保守運用*6等のデータセンタ構築のあらゆる分野でプロジェクトにかかわることができる総合エンジニアリング力を擁しています。2025年4月、NTT武蔵野研究開発センタ内の一部に「Products Engineering Hub for Data Center Cooling (仮称)」を構築する予定で、当社が提供する空調関連商材 (STULZ社製空調機・CDU、SMARDT社製チラー、Evapco社製ハイブリッドドライクーラー等) のさまざまな実機検証を行う機能、お客さまとともに確認可能なショールーム機能、当社の構築・保守技術者の育成機能を担う総合的な検証施設です。この検証施設の屋上の一角にプレクールコイルウォールのモックアップをつくり、その具体的な効果を検証する予定です。プレクールコイルウォールの素材についても、銅管は高価な素材であるため、廉価な素材も含めた比較検討や、熱交換を効率的に行うために銅管部分の表面積を大きくするためのフィンの設置方法などのディテールなども合わせて検証しています。

現状の課題と今後の展開

大規模化したデータセンタが生み出す熱量は膨大であり、プレクールコイルウォールによる自然冷却だけでなく、生み出された熱を有効活用するデータセンタ廃熱利用システムも合わせて考えていく必要があります。データセンタ内共用部の給湯・暖房への活用だけでなく、周辺施設との連携によって街づくりに貢献できる仕組みも考えていく必要があるでしょう。

海外では、圧倒的な敷地規模の大きさや周辺環境・建築法令上の条件の違いもありますが、液冷方式のデータセンタはスピード感をもって実現され始めています。この分野における再生可能エネルギー連携などの取り組みも海外のほうが進んでいます。例えば北欧では水素や風力等の再生可能エネルギー電源比率が高く、廃熱利用も含めてインフラレベルで整備されています。日本でも、電力供給や地政学上の安定性ととも、主要都市からのアクセス性、地震や台風・水害等の自然災害と向き合ってきた高い技術力を踏まえて、データセンタの建設需要は今後も伸びていくといわれています。

今後データセンタが全国各地に構築できる可能性が増えていく中で、いかに消費電力を抑えながら地域に調和できるかという議論は、近年あまりなされてきませんでしたが、これからはIT業界と建築業界で連携しながら議論を深めていく必要があるでしょう。高発熱サーバ対応と省エネルギー・カーボンニュートラルの同時実現に加えて、周辺環境と調和し地域に愛されるデータセンタの実現に向けて検証を進めつつ、さらに一歩先のデータセンタの未来についても引き続き構想していきたいと思えます。

◆問い合わせ先

NTTファシリティーズ
経営企画部 経営企画部門 広報担当
TEL 03-5444-5112
E-mail koho@ntt-f.co.jp



IOWN Global Forum

第7回メンバミーティングと活動の報告

2024年10月8～11日に、IOWN Global Forum (IOWN GF) は、台湾・台北にて、第7回メンバミーティングを開催しました。世界各国の約90組織から約370名が現地参加し、ユースケース、PoC (Proof of Concept)、技術ロードマップなどに関する活発な議論がなされました。また、10月9日には、2回目となるIOWN GF公開イベント「FUTURES」も併催され、メンバ企業・団体による12件のIOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 技術展示が実施されました。合計の現地参加者は約500名にのぼり、大変な盛会となりました。本報告ではメンバミーティングの様態と最近のIOWN GFの活動について詳しくお伝えします。

IOWN GF 第7回メンバミーティング (台北) 開催報告

IOWN Global Forum (IOWN GF) では、毎年秋に全メンバ向けのメンバミーティングを開催しています。このミーティングでは、SC (Steering Committee) /WG (Working Group) / TF (Task Force) における技術・ユースケースの議論、進捗報告や次年度計画の議論などを行っています。また、2024年4月にもアニュアルメンバミーティングを開催し、年間活動実績の共有、貢献メンバの表彰や技術・ユースケース議論などを行っています。これら2回のメンバミーティングに加えて、年2回の技術・ユースケース検討ワークショップも実施しています。

今回、2024年10月8～11日にかけて、第7回となるメンバミーティングを台湾・台北にて開催しました(写真1)。現地には世界約90の企業・組織から、約370名の現地参加者を迎え、さらに100名以上のオンライン参加者も加わって活発な議論がなされました。

オープニングメッセージでは、President and Chairpersonの川添雄彦氏 (NTT) が、フォーラムの成果に対するメンバの努力に感謝の意を表しました(写真2)。また、2024年のオリンピック・パラリンピックの協力や、Open APNアーキテクチャに基づいた台湾と日本を結ぶ世界初のIOWN国際APN

(All-Photonics Network) の実現など、近年の成果についても言及しました。

続いて、台湾のデジタル大臣に就任されたYennun Huang氏が、IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 技術がデジタル革命に果たす重要な役割について、洞察に富んだスピーチを行いました。

さらに、Chunghwa TelecomとGoogle Cloudから2つの基調講演がありました。IOWN GF Directorを務めるRong-Ruey Lee氏 (Chunghwa Telecom) は、“Collaborations and Activities Towards IOWN’s Visions”と題した基調講演を行い、IOWN GFの目標に対するChunghwa Telecomの貢献について、国際接続をはじめとするAPNとその適用アプリケーションなどの最新情報を伝えました。

また、Google CloudのNikhil Kelshikar氏は、“Building a Highway to Google Cloud with IOWN”と題したビデオプレゼンを行い、IOWNテクノロジーを活用してクラウド間接続した場合にGoogle Cloudが享受する、低遅延、大容量、柔軟性というメリットについて概説しました。

今回のメンバミーティングでは、初めて「Proof of Concept (PoC) of the Year」賞が導入されました。この賞は、IOWN技術の実行可能性、価値、およびパフォーマンスを実証した年間最優秀Recognized PoCを表彰するものです。2024年の受賞



写真1 IOWN GF 第7回メンバミーティング (台北) 参加者



写真2 IOWN GF President and Chairperson 川添雄彦氏のオープニングスピーチ

PoCである「NTT's APN Proof of Concept」プロジェクトが発表され、PoCチームが表彰されました⁽¹⁾。

会議全体を通じて、SC/WG/TFのさまざまなメンバによる議論およびワークショップが開催され、重要な決定および議論が加速されました。また、IOWN GFのメンバ間交流のためのさまざまなネットワーキングの機会が設けられ、さらにコミュニティ形成が促進されました。

次回のアニュアルメンバミーティングは、2025年4月22～25日にスウェーデンのストックホルムで開催され、IOWN GF設立5周年を記念する内容となる予定です。

FUTURES 台北2024

2024年10月9日にメンバミーティングに併催して、公開イベント「FUTURES Taipei」が開催されました。FUTURESの目的は、IOWN GF外部も含めたIOWN関連技術関係者にIOWN技術開発やユースケース創出の状況や展開を伝えるとともに、メディアやアナリストをとらしてIOWN GFの取り組みの重要性やインパクトの認知を広げることで、IOWNのエコシステムを拡大して普及を加速することです。

今回のFUTURESには、450人以上の対面参加者と70人以上のオンライン参加者が参加し、IOWN技術がビジネス戦略とイノベーションに与える影響についてのプレゼンや、メンバによる技術展示が設けられました。台湾経済部Der-Sheng Lin氏がゲストスピーチを行い、IOWNによる通信インフラやクラウドサービスがもたらす価値と、台湾産業にとって重要な役割を果たす国際APNによる連携への期待を示しました。

また、三菱UFJ銀行、NetApp、Sony、TBSなどの企業からの講演者によるパネルディスカッションでは、IOWN GFが最近発表したさまざまなユースケースのニーズに対してIOWN技術が適用できる段階であることが議論されました。

技術展示は、今回初めて、メンバ企業から12件のライブデモや情報展示を行いました。APN、データセントリックインフラストラクチャ(DCI)、IOWNモバイルネットワーク(IMN)、光ファイバセンシングなど、各社が開発するIOWN技術について展示説明され、IOWN GF内外にアピールする絶好の機会となりました。次の公開イベントは2025年4月のアニュアルメンバミーティングに併せてFUTURES Stockholmを開催予定です。

なお、今回のメンバミーティングおよびFUTURESの成功は、Chunghwa Telecomをはじめとする台湾のメンバからの多大な貢献に支えられたものです。改めて、感謝の意を表します。

IOWN Global Forumの活動状況

IOWN GFでは、FUTURESのほかにも対外的な連携の活動を加速しています。2024年8月には、LF(Linux Foundation)とIOWN GFが未来の通信インフラを実現するために、CNCF(Cloud Native Computing Foundation)プロジェクトで協力

を拡大することを発表しました⁽²⁾。両者は、LFのさまざまなオープンソースソフトウェアとともに、IOWN GFのVision 2030ロードマップに示されているIOWNのアーキテクチャの開発を加速します。関連した技術として、IOWN DCIにおけるGPU(Graphics Processing Unit)構成とDPU(Data Processing Unit)/IPU(Infrastructure Processing Unit)構成をサポートするKubernetes/OpenShiftコンテナプラットフォームを活用したPoCレポートを発表しており、リモートGPU推論AI(人工知能)サービスのためのGPUメモリへのセンサ画像データ収集をRDMA over APNで実現しました。またインフラが使用する電力をモニタ、制御する機能により消費電力を40%削減しました。これらの成果を2024年8月のCNCF KubeDay Japanでデモ展示を行ってIOWNが電力消費削減に貢献することをアピールしました。

さらに、2025年3月3～6日に開催される世界最大の通信業界イベントであるMWC Barcelonaに初めてブースを出展するとともに、IOWN GFの幹部メンバを中心とした講演セッションを実施する予定です⁽³⁾。ブースではIOWNのプロダクトやそのプロダクトを適用したユースケースを展示し、セッションではIOWN GFの5年間の成果やデータセンタおよびモバイルなどのビジネスへのインパクトについて各社リーダーシップから発表を予定しています。

これらの活発な活動を反映して、IOWN GFのメンバは増加しています。2024年度これまでの約半年間で、Google、Pegatron、ASEのスポンサーメンバ3社を含め、British Telecom、中部電力、Databricks、Dexerials、Enecom、Oishii Farm、Ribbon Communications、セイコーエプソン、清水建設、Supermicro、Wind River、Wiwynn、横河計測などの企業が新たに参画し、2024年11月末現在、世界中の157の企業・組織が加入しています。IOWN GFは、今後も新メンバの加入を勧めるとともにメンバ間で連携した活動を加速していきます。

■参考文献

- (1) <https://iowngf.org/press-releases/the-iown-global-forum-recognizes-ntts-open-apn-poc-project-as-its-2024-proof-of-concept-of-the-year/>
- (2) <https://iowngf.org/press-releases/linux-foundation-and-the-iown-global-forum-extend-collaboration-in-cncf-projects/>
- (3) <https://iowngf.org/event/mobile-world-congress-2025/>

◆問い合わせ先

NTT 研究企画部門 IOWN推進室
E-mail iown-info@ntt.com