

## デジタル化の新たな価値を創造する IOWN 構想

日本電信電話株式会社取締役執行役員

研究開発マーケティング本部アライアンス部門長 工藤晶子 氏

まず、NTT グループの事業概要について紹介し、本題の IOWN 構想について事例を中心に説明します。

### 取組の問題意識

まず、背景にある問題意識です。

社会への脅威を考えると、はじめにパンデミックが考えられます。2020年2月から始まった新型コロナウイルスには多くの方が感染され、亡くなった方もいらっしゃいます。

続いて、自然災害です。日本の各地で洪水が発生しており、3つの都市（東京・横浜、名古屋、大阪・神戸）が、経済被害が大きいエリアとして上位を占めます。地震に関しても、世界の上位10都市に、日本の都市が4つも入っており、こちらも社会課題として、大きなインパクトがあります。

視野を世界に広げると、安全保障があります。世界各地で発生している国や地域間の摩擦にも意識を向けていかななくてはならないと思っています。

日本における社会の脅威には、エネルギー問題があり、日本は一次エネルギーの自給率が11.8%で、世界の34位です。また、日本の食料自給率はカロリーベースで38%、生産額ベースで66%です。このようにエネルギーと食料をどのように確保していくかという課題があります。

経済については、消費者物価指数、実収賃金はなかなか上がっていないという状況が続いています。

日本には、少子高齢化が大きな社会課題としてあり、2000年に17.4%であった65歳以上の人口率は、2020年の段階で、既に30%を超えています。また総人口、労働人口、出生率、出生数が減少しております。

SNS等々を通じて、一気に間違った情報が広まっていくインフォデミックもコロナ禍で問題になりました。情報通信を通じて間違った情報が拡散していく事態は大きな問題だと思っています。

最後の課題として、シンギュラリティをあげます。今、生成AIの活用が言われていますが、今後10~20年以内に労働人口の47%が機械化される可能性があり、雇用の転換が必要と言われています。

これまでにあげたような社会の脅威に対して、どのように持続可能な社会をつくっていくかが大きな課題です。新しい産業構造への転換と、創成が必要な状況です。

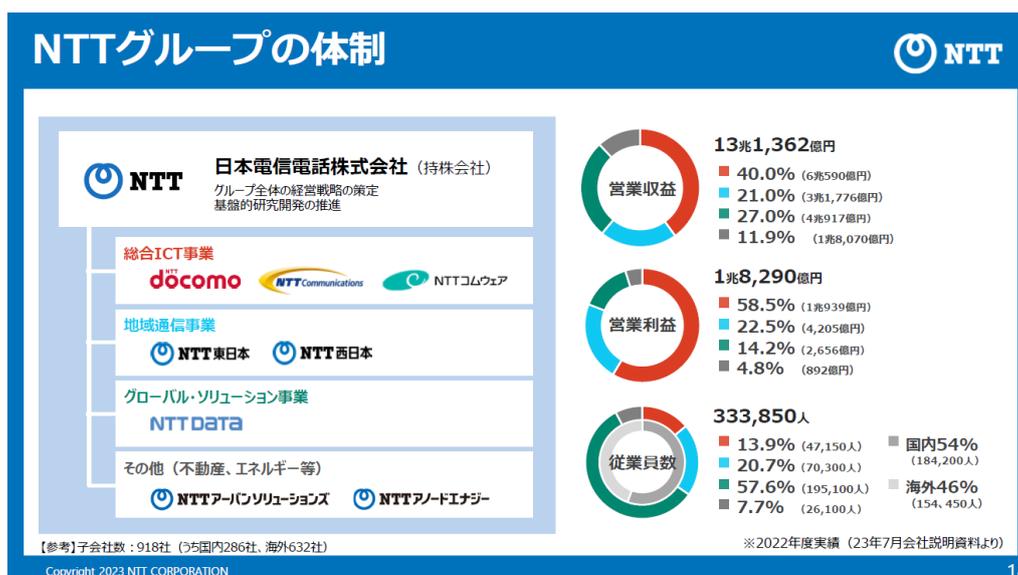
2023年5月にNTTは、新中期経営戦略を発表し、ファンダメンタルズの基盤強化として、食や農業、医療や防災、あるいは文化・教育といった新しい産業を強化していきたいと

して述べております。また、新しい技術の活用に向け、イノベーションによる技術革新産業の創造をキーポイントに、NTTは取り組んでいきたいと思っています。

## 現在のNTTグループによる事業展開

NTTグループの事業について、概要を説明します。NTTグループの体制は、持株会社である日本電信電話株式会社の他、複数の事業会社があります（図表1）。いくつかの事業セグメントに分かれており、総合ICT事業では、2020年に完全子会社化したNTTドコモ、NTT Communications、NTTコムウェアがあり、法人向けのICTサービス提供事業、またNTTドコモに関してはコンシューマ向けのサービス提供事業があります。さらに、地域通信事業ではNTT東日本、NTT西日本、グローバル・ソリューション事業ではNTTデータ、その他の事業ではNTTアーバンソリューションズが不動産事業を、NTTアノードエナジーがエネルギー事業に取り組んでいます。従業員数は全世界で34万人おり、半数弱が海外におります。

図表1



NTTグループの事業構造も変化してきています。私が入社した時代には、日本電信電話という名称の通り、日本の電話会社に入社したと思っておりました。いまや事業構造が大きく変化し、グローバルにICTを提供する会社となり、そのような実情を踏まえ、NTTはトランスフォーメーションしてきた会社だと少し自負をしています。1985年時は、売上高5.1兆円中、83%が音声で賄われていました。それがブロードバンドへの移行、グローバルへの事業拡大といった新たな構造転換を経て、いまや音声は携帯電話も含めて15%の収益で、この音声の落ち込みを新たな事業への転換によってカバーを図ってきました。ただし、海外事業の売り上げは現在2.6兆円で、従業員数の割合に対して追いついておらず、海外事業をさらに強化していく必要があると思っています。またグローバルの強化のみならず、eスポーツ、メディカル・ヘルスケア事業、観光・交通等々、新たな事業分野への投資も伸ばして

います。

事業別設備投資については、2015年度、1.6兆円の年間設備投資は、いわゆる通信分野の既存事業に対して約80%、非通信分野の成長事業に対して約20%でした。2022年度には、既存事業が約半分となり、成長事業への投資をどんどん加速させています。これから5年間で、成長投資を含めて8兆円の投資を行い、特にEBITDA（税引き前利益に支払利息、減価償却費を加えて算出される利益）をプラス40%伸ばしていくと新中期経営戦略で発表しました。成長事業への投資増加は、社会の脅威に立ち向かっていくためにも、必要だと思っています。

新たに取り組んでいる成長領域として、交通・観光領域、公共・インフラ領域、農業・食品領域、文化・教育領域、製造・建設領域、エネルギー領域、ヘルスケア・メディカル領域、金融領域があります。それぞれの領域に対し新しい事業会社、子会社を立ちあげてチャレンジをしています。何が成功するかわからないこともあり、自由に多様な事業投資を進めてきており、星の数ほど事業会社、新規事業に投資しています。こういった新しい事業に取り組みながら、IOWNの活用、テクノロジーの活用を見据えた様々な新規事業の創出にチャレンジしています。

## IOWN 構想と革新的光技術

IOWN 構想では、「ゲームチェンジを目指して」と、少し大きなテーマを掲げております（図表2）。

図表2



過去、NTTが民営化した1985年前後の時代は、「質の論理」として、リアルな事業において質を上げていくことで、価値を提供する時代だったと思います。家電、または自動車産業において、ジャパン・クオリティーが凌駕した時代だったと思います。2000年ぐらいか

ら、インターネットが入ってきました。「数の論理」として、インターネットを通じて多くの情報が処理されるといった価値をインターネットというバーチャル空間のなかで提供していくことを価値として成長してきた時代だったと思っています。この IT 産業では、GAFAM(Google、Amazon、Facebook (現 Meta)、Apple、Microsoft)が育ってきましたが、日本が遅れを取り、大きく差がついてしまった時代だと思っています。

2023 年以降は「価値の論理」として、リアル・バーチャルを融合させた空間に Well-being という価値を提供していくことで、ゲームチェンジやチャレンジをしていく可能性があると思っています。また、リアル・バーチャルを融合させた空間に、Well-being な価値の提供には、大容量・低遅延・低消費電力といった次世代技術が必要な時代がやってくると思っています。

IOWN とは、Innovative Optical and Wireless Network を略しています。よりスマートな世界を実現するために、光を中心とした革新的技術を活用し、高速大容量の通信と膨大な計算リソースが提供可能な、これまでのインフラを遙かに超える限界打破のテクノロジーが IOWN 構想です。

IOWN 構想の必要性については、「インターネットの限界」があります。トラフィックの増加に伴い、消費電力が増加しています。「数の論理」の時代に、インターネットが普及していくに併せ、インターネット上の情報流通量が、2006 年から 2025 年まで推計で 190 倍に増加しました。それに伴い、IT 機器の消費電力量の推計も 12 倍に増加しています。次に、そのデータ量の増加と、半導体微細化による「性能向上の限界」があります。情報処理を行う半導体をどんどん微細化させ処理能力の向上を図ってきましたが、ムーアの法則の限界と言われているように、動作周波数の壁があり、微細化の限界、性能向上の限界を迎えつつあります。

NTT では、光技術の研究開発を続けてきており、伝送での光技術活用、データ処理での光技術活用の両面から研究開発を進めてきました。今までは光ファイバーによる光通信の後、サーバー、交換機などは電気信号で処理をします。光を電気に交換し、電気で処理をし、また光に変換して流通させます。ここで電力が大量に使われ、処理能力も限界と言われているため、データ処理においても光技術を活用し、性能向上を図ろうとしています。

電子から光への転換によって、圧倒的な低消費電力、高品質、大容量、低遅延の伝送を実現していこうとしています。電気と光の違いは、伝送距離が伸びても、消費電力は増えません。

NTT における光技術の研究開発については、2019 年 4 月の『Nature Photonics』に論文が掲載され、IOWN 構想を報道発表しました。主な内容は、世界最小の消費エネルギーで動作する光変調器と、光トランジスタを開発したということです。光による信号処理技術をプロセッサチップの中にも入れていくことが可能になり、超低消費エネルギーで高速なコンピューティング基盤の実現ができるようになるという発表です。

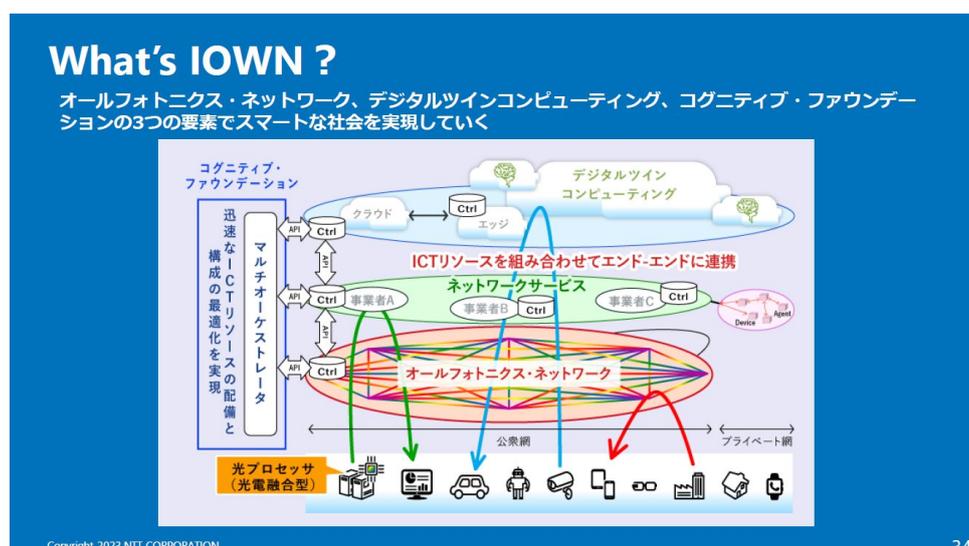
現在 IOWN2.0 として、ボード接続用光電融合デバイスが、タイル型光エンジンでボード

間の光接続を実現させようとしています。それで低消費電力化をした後、現在アナログ IC になっている箇所も光にし、最後はチップ内光化に向け、順番に IOWN1.0 から 2.0、3.0、4.0 と、光の技術がチップ間、チップ内に入っていき、研究開発、技術開発を進めています。

IOWN の進化と目標性能として、IOWN3.0、4.0 での電力効率は 100 倍にしようとしています。100 倍ということは、現在使っている電力の 100 分の 1 になります。大容量化については、2023 年 3 月に発表した IOWN1.0 では 1.2 倍ですが、大阪万博を目指して開発をしている IOWN2.0 の時点で 6 倍以上、さらに IOWN3.0 で 125 倍が目標です。低遅延に関しては、200 分の 1 をすでに達成しています。

IOWN の構成要素についてよく質問をいただくのでまとめると、全体像は (図表 3) のように考えています。これは一番下の車、ロボット、カメラ、スマホ、デバイス等をユーザーだと思ってください。その上にオールフォトニクス・ネットワークというネットワーク層があります。このオールフォトニクス・ネットワークを利用する複数の事業者に活用いただくことで、エンドユーザー向けにサービスを提供していきます。さらに、一番上の層にデジタルツインコンピューティングとありますが、ここはコンピューティングです。データ処理層、エッジのコンピューティング、クラウドを含め、コンピューティングに光技術を使用して処理をする層になります。それにより処理速度が上がり、デジタルツインのような新しいユースケースも生まれてくる層として、様々なアプリケーションが生まれてくると思っています。さらに、左側のマルチオーケストレータが、リソース、オペレーションの、最適化を実現していきます。IOWN は、この 3 つの層で成り立っていると思ってください。

図表 3



### 開発中・計画中の IOWN 事例

まず、光電融合のチップ、デバイスの製造会社を設立として NTT イノベティブデバイ

ス株式会社を、2023年6月に設立いたしました。ネットワーク向けの小型、低電力デバイスを製造し、大阪・関西万博を目指して IOWN2.0、ボード間の接続を光にします。さらにチップ間のデバイスを光でやり取りをするようにし、2030年以降となりますが、チップ内の光化に向けて開発・製造を進めていきます。

続いて、ユースケースの紹介です。まずは自動運転ですが、免許返納や運転手不足といった社会課題が顕在化しています。地方に目を向けると、移動手段が減少し、高齢者の方々の移動をはじめとした、人々の移動が困難になるような時代がきます。その際に、自動運転が重要なソリューションになってきます。IOWN は自動運転を制御するテクノロジーとして活用を考えています。

農機については、自動運転に近いですが、圃場での自動走行・遠隔監視制御への活用です。就農人口の減少、高齢化で、慢性的な人手不足が課題になっており、農機を広大な農場で自動走行させるために、5Gのネットワークがいいのか、公衆Wi-Fiが最適なのか、ネットワークをコントロールし、通信品質が劣化する前に、最適なネットワークに自動選択して切り替えていく技術です。自動運転にも関連しますが、この技術とIOWNの低遅延とをうまく組み合わせた形で実現していければと思っております。また、監視映像についても、NTT東日本が調布のNTT e-city Labo で実験をしております。例えば、育っているトマトをカメラで映し出して、トマトの病気やその対処を、監視映像を見ながら遠隔で指導しています。

文化・教育面では、広域渋谷圏へのIOWN導入を行っています。IOWN Readyの街として、渋谷の街づくりに東急不動産と取り組んでおります。IOWN Readyとは、オールフォトニクス・ネットワークをつなげていくためのONU(光回線の終端装置)を街に設置し、距離の問題が存在しない次世代オフィス、ナチュラルなバーチャル接客等の次世代商業エリアを提供しようとしています。渋谷だけでなく、IOWN Readyの街を複数することによって、リモートワークのしやすい次世代オフィス、または、オフィス同士でのコミュニケーションがスムーズなオフィスの提供が可能となります。例えば渋谷の街のオフィスと京都大学のベンチャー企業が会議をする時に遅延なく大量のデータ処理ができ、スムーズなリモート環境で仕事ができ、海外も含めてリアルな自動翻訳システムを入れた会議ができるようなイメージです。ナチュラルなバーチャル接客については、IOWNの低消費電力プラス低遅延、大容量処理によって、バーチャルの接客で洋服を選んだり、お店とつないだ試着ができたりする環境を現実にするため、検討を進めています。

宇宙では、宇宙統合コンピューティング・ネットワークを考えています。持続可能な社会のため、地球外でエネルギーを使うことにより、エネルギー問題を少しでも減らすICTインフラ基盤として、宇宙空間を活用しようとしています。NTTとスカパーJSATは合弁でSpace Compass社を設立し、この事業の実現に向けて取り組みを進めています。宇宙データセンターを高い場所に置いて、HAPS、LEOとGEOを組み合わせ、全地球をカバーしていこうとしています。現在は、様々な衛星で撮影した映像を地球上にダウンロードするため、大量の通信容量を要しますが、宇宙データセンターにサーバー、ストレージを置いてAI

で処理をし、必要なデータだけを地球に送ることで、エネルギー使用量を減らすことも考えています。

分散型エネルギー社会の実現については、処理の最適分散制御を行います。データ処理の分散制御では、各地域の太陽光発電の中で、大量に発電ができたエリアでデータ処理を行っていくことを目指しています。太陽光発電がある場所の傍らに分散したデータセンターを計画配置し、東京で行っているデータ処理を、余剰電力がある地域に引き継いでデータ処理することを、オールフォトニクス・ネットワークと光の処理で実現させます。

ヘルスケア・メディカル分野では、バイオデジタルツインに取り組んでいます。健康な時の予防、診断と治療、アフターケア、介護といった、医療分野のバリューチェーン全体で発生する大量なデータがあります。特定の人に注目して、バイオ情報のデジタルツインをつくり、Well-being な社会の実現、医療を進化させていくことを考えています。例えば、遺伝子によって薬が合う、合わないというのがありますが、薬を飲んで治験をするのではなく、バイオデジタルツインをつかって、この人にどの薬が合うか判定できる世界を目指しています。

大阪・関西万博については、NTT のパビリオンを出展させていただきます。また、夢洲の会場に、オールフォトニクス・ネットワークを敷設して、次世代通信環境を提供します。NTT のパビリオンのみならず、出展したパビリオンの方々は、このオールフォトニクス・ネットワークを活用できる環境を提供させていただき予定です。また、夢洲の会場だけでなく、例えば、外の地点とつないだ合唱、e スポーツ大会等、遅延なくできる世界を提供できます。

## IOWN 事例、実際の利用

IOWN の中でも、実用化が近づく事例についてです。

まずは遠隔操作についてです。メディカロイド社の遠隔手術用機器に IOWN のオールフォトニクス・ネットワークを接続し、医師がいる場所と患者がいる場所をつなぐことで、担当医が機械で動かしながら、離れた場所の患者を手術します。利用した医師からは、まったく違和感がないと評価いただいております、医師不足の地域に早期導入していきたいと考えています。

次に、金融取引については、日本取引所グループと取り組んでいます。金融取引では、拠点間の遅延差を極力なくし、公平性を担保するため、早期の導入について、検討を進めています。

ハイブリッドクラウドについては、先ほどの太陽光発電の例が当てはまります。データを置くストレージは1カ所で、データ処理を行う GPU が分散し、ディスアグリゲータッドコンピューティングの技術や IOWN のオールフォトニクス・ネットワークで接続されることにより、遅延のない世界を実現できます。これは逆も真なりで、GPU は1カ所で、データは分散しているということもできます。

未来のエンターテインメントサービスでは、2023年2月に、『未来の音楽会』や『未来のお笑イブ!!』を開催しています。e スポーツも遠隔で戦うので、遅延のないネットワークが必要です。エンターテインメント領域にもオールフォトニクス・ネットワークの需要が増えてきていると感じています。

『未来のお笑イブ!!』では、ボケとツッコミをされるお2人が別々の場所にいます。ボケ・ツッコミに遅延があると面白くありません。2人が別々の場所にいるものを、IOWNのオールフォトニクス・ネットワークをつないで遠隔ライブをやった結果、ボケ・ツッコミもスムーズにできました。

『未来の音楽会』では、指揮者とオーケストラ、ツイン・ピアノの2人を分けてつなぐことを、渋谷で実施しました。演奏者からは、「いつもの演奏会との違いをあまり感じなくて、想像どおりのタイミングで相槌が来る」とか「1000分の20秒遅れているらしいですね。ホルンとファーストバイオリンの距離ですね」といった意見をいただいています。

遅延がなく大容量のデータが処理できるようになると、全国各地のお祭りが東京で楽しめるようになり、地域の文化の保護にも役に立つのではないかと思います。

リモートプロダクションの例として、2023年7月23日に国立競技場でのサッカー中継を行いました。サッカーの競技をテレビで中継する時には、中継車に莫大な機材を積み、技術者も競技場に来て、様々なカメラで撮った映像をプロダクションしてテレビで放映しています。リモートプロダクションは、リアルな会場に行かなくても、プロダクションして、テレビで放映する実験です。リモートプロダクションの拠点を秋葉原につくり、そこで試合映像を編集して流しました。競技場でプロダクションをしたものと比べても、リモートプロダクションのほうが早く流れました。リアルの試合を見ながらテレビを見ると、実際にゴールをしてから、少し遅れてゴール映像が出ますが、IOWNのオールフォトニクス・ネットワークのリモートプロダクションは全く同時に出了ました。テレビ局からは、同時性に加え、大勢で移動しなくても中継できるという、コスト効率メリットがあるという評価をいただいています。

## IOWNの世界観

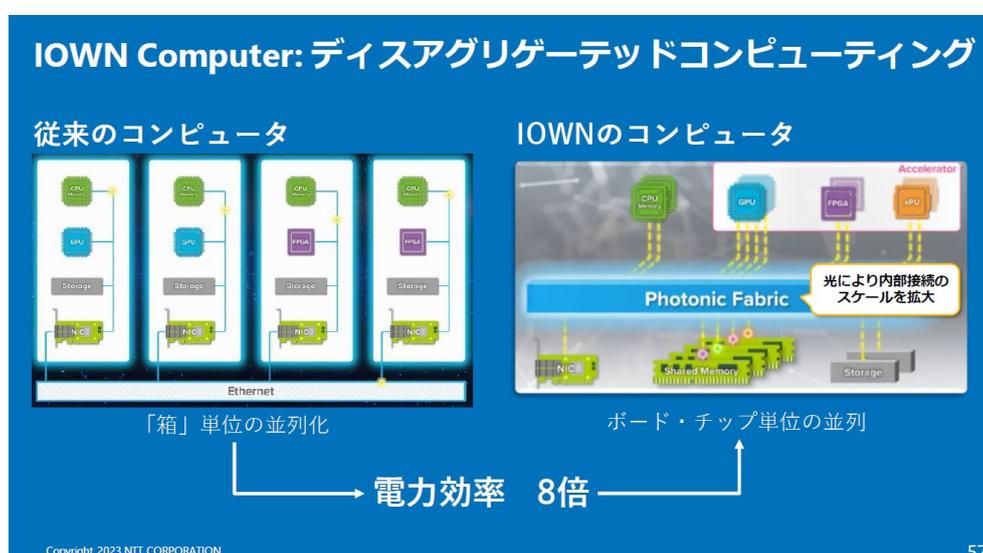
IOWN Global Forumでは全世界で123の企業が、IOWNを活用したユースケース、技術開発、フォーラムの中でのエコシステムの構築に関して、定期的に会議をしています。この中で、ユースケースをつくり、デファクト化を視野に普及を進めています。また、今回ITUの標準化機関(Telecommunication Standardization Sector)で、NTT出身者がトップとなったことを受け、IOWNをグローバルの標準として広げていきたいと思っています。このようにデファクトとデジュールの両輪を意識して進めていきたいと思っています。

次に、中央集権から民主主義という考え方です。毎日のように生成AIやChatGPTを耳にしますが、現在の生成AIは中央集権型であると考えております。ChatGPTでは、原発1基分ぐらいの電気を使い、また、倫理的な観点からも議論されております。今のAIの一

番苦手なことは、自己否定ができないことです。分散し、AI 同士でけん制をしあいながら、第三者の目を入れて、それはちょっと違う、こっちのほうがいいという、そういう判断をさせていく仕組みが難しいです。まずは分散を実現し、IOWN の技術を入れることで、電力の効率を上げ、分散して判断することで最適な答えが出せる仕組みを入れ、技術面、倫理面の両輪で民主主義的な AI を検討していきます。

この実現については、従来のコンピューターは、(図表 4) の左側のように、すべての処理が、全部 CPU を通して、それぞれ縦に、並列に処理され時間がかかり、この中で閉じられた処理になっています。それが右側の IOWN のコンピューターでは、CPU を通らず、ボード・チップ単位で並列に処理をされて、効率も上がります。

図表 4



## 目指すところ

今後の技術戦略の 4 本柱として (図表 5)、効率の向上から新しい価値を創造させていく方向に、戦略のかじを切っているところです。また、方法論に関しても、統計学的なものだけではなく、多元深層な処理ということを目指します。さらに、個別最適ではなく、全体最適ということで、空間の最適化、時間の最適化を目指しています。評価に関しては、技術一つ一つの性能ではなくて、AI の性能とコスト (システム、時間、エネルギー等、トータルに考えた技術生産性) を目指していこうと考えています。

エコシステムをつくり、複数企業と連携していこうとする姿は美しいですが、日本の企業は不得意だと思っています。デジュールで技術の標準化をしていくだけではなく、何よりも大事なものは、ビジネスルールのメイキングを行い、グローバルで日本企業が引っ張っていく、そういうところまで踏み込んでやっていきたいと思っています。

図表 5

### 最後に、今後の技術戦略：4本柱

- 目的：効率向上から**新価値創造**へ
- 方法：統計学から**多元深層**へ
- 対象：個別(局所)から**全体**(空間・時間)へ
- 評価：技術性能から**技術生産性**へ

例えば、

$$\text{AI生産性} = \frac{\text{AI性能}}{\text{AIコスト (システム, 時間, エネルギー)}}$$