



SEMINAR REPORT

IOWN 構想の実現に向けた取り組み ～ IOWN で実現する未来や社会課題の解決について～



日本電信電話株式会社
IOWN プロダクトデザイン
ンセンタ 担当部長
竹内 規晃 氏

本日はNTTが推進していますIOWN (Innovative Optical and Wireless Network) に関して、現在までの研究開発の進捗をお伝えするとともに、市場へのアプローチに主眼を置いたユースケース創出の取り組みがどのように進んでいるかご紹介させていただきます。

近年、映像データやリッチコンテンツが非常に増えています。皆様も仕事だけでなく、プライベートでも取り扱うデータ量が増えてきていると実感されているのではないのでしょうか。以前と比べて、プレゼン資料の類もデータ量が非常に大きくなっており、数百メガバイトから1ギガバイトといった単位になっています。また、映像コンテンツを取り扱おうとするとダウンロードに時間がかかるということも多々あると思います。図1にありますように、インターネットを介したデータの流通が非常に増えていることに伴って、IT機器の消費電力も爆発的に増え続けることが予想されています。

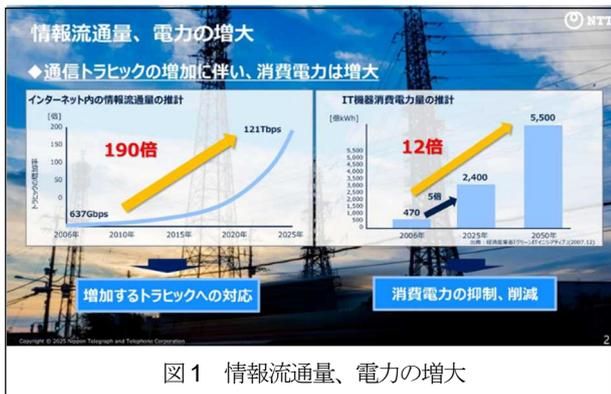


図1 情報流通量、電力の増大

また、通信データ量の増加に伴い、コンピュータの処理能力もしっかり対応できていけば問題ないのですが、図2右グラフを見ますとわかりますとおり、処理能力は頭打ちという状況になっています。我々が取り扱うデータが非常に大きくなりつつも、どのようにうまく処理をしていくのかが、社会課題の一つとして捉えられるのではないのでしょうか。



図2 コンピューティング基盤の限界

そのほかにも顕在化している課題を図3左下に列挙しています。このうち二点について説明します。まず、「サービインフラの肥大化」についてですが、皆様が扱うデータをどんどん増やしていくためには、サーバを増強する必要があります。それはサーバの能力を増強するだけでなく、数も増やす必要がありますので、データセンターを新たに造るなどの様々な形でリソースを増強していかなければなりません。また、「レイテンシ問題」は、例えば、人と人のコミュニケーションにおいては、人間がある程度行間を読み取ってケアできる場所もありますが、コンピュータとコンピュータの通信においては、本当に少しの遅れでも「処理できません」と弾かれてしまうことを指しています。さて、より高度なスマート社会を目指すには様々な課題を解決しなければなりません。その中で、弊社が長年研究開発に取り組んできた光の技術でうまく解決ができないかとの発想から始まったのが、IOWN 構想です。図3中央下に「低消費電力」、「大容量・高品質」、「低遅延」をキーワードに挙げていますが、光通信は電気通信よりも消費電力が少なく、大容量に、そして非常に遅延が小さく遠くまで送ることができるという特徴があ



図3 IOWNとは

ります。これらを駆使して様々な社会課題に対応できないかというのが、IOWN 構想の根本の考え方になります。

弊社は非常に高い性能目標を掲げていまして、図4にあるとおり、2030年までに電力効率^{※1}は100倍、伝送容量^{※2}は125倍、エンドエンド遅延^{※3}は1/200に縮小すると設定し、日々研究開発を進めています。

ただ、これらの性能目標は決して一つのコアになる研究開発だけで実現できるものではないので、様々な分野の研究開発メンバーを結集し、最終的な目標をクリアすべく対応しています。例えば、電力効率^{※1}が100倍というところでは光ファイバーや周辺機器といったものもしっかりと性能を上げながら高い性能目標を目指しています。

の領域まで性能を上げていくと「デジタルツインコンピューティング」の領域となり、データのやり取りもより高度化できるようになります。そして、データの処理も高度化できるようになったときには併せて高度な運用保守が重要になってきます。これを我々は全体をコントロールするという意味で「コグニティブファウンデーション」と呼んでいます。

このように、高度な通信及びデータ処理を皆様に24時間365日、安心してお使いいただけることを目指しているのがIOWNの大まかなイメージになります。その中核をなすのが「光電融合技術」で、これはそのまま字のとおり、電気の領域をできるだけ光に変えて、うまく融合させていくというものになります。



図4 オールフォトニクス・ネットワークの目標 (2030)

図5でIOWN構想のイメージをまとめています。先ほどお話ししました光の技術を使い大容量でデータを送るところが、光ファイバーを中心に光の伝送能力を使った「オールフォトニクスネットワーク」になります。この光の技術によりコンピューテ



図5 IOWN 構想のイメージ

光は通信の領域で長く研究開発されてきましたが、光が持つ低消費電力性や高速で大容量に送れるという能力をコンピューティングの領域に適用するのが今の動きになっています。図6にありますように、左側の通信の領域からコンピューティングの領域まで拡大する研究開発を、今まさに進めています。



図6 光電融合技術の世代と適用領域



図7 より安心安全にご利用に向けて (コグニティブファウンデーション)

24時間 365日 しっかり動かすために何をやらなければいけないのかを図7で模式的に表しました。高度なネットワークや高度な処理をするためには、もちろんユーザーの各端末や様々な機器をつながなく接続できなければいけませんので、まずは全体をうまく把握できるオーケストレーションの機能や、ただ繋がっているだけではなく、しっかり機器のマネジメントをしながらより高度な処理ができるという部分も整備をしなければいけません。昨今はAIを利用して、より人間の能力を超える形でうまくコントロールできるように研究開発を進めています。

これまでお見せしたような要素技術は、素材の分野からコンピューティング、ソフトウェアと様々な分野のメンバーが横断して研究開発を進めていかなければいけないというところがバ

ースにあります。弊社はIOWNを横断してしっかり研究開発できるようにと、まずは4年前にIOWN 総合イノベーションセンタという大きなセンターを設立しました。

センターの中にはネットワーク、ソフトウェア、デバイスの各専門家が、横断して日々研究開発を進めています。その中で最後にできた組織が、私が所属しておりますIOWN プロダクトデザインセンタとなります。この組織は、研究開発をお客様に速やかにお届けするためには、しっかり市場を見て、お客様の声を拾わなければいけないというところから設立しました。我々はお客様と触れ合って、お客様の課題を認識し、解決に向けたアプローチを一緒に検討しながら、必要な研究開発を速やかに関係の研究所や企業と連携して行い、そしてそのアウトプットを市場にアプローチしていくことをメインミッションとしています。

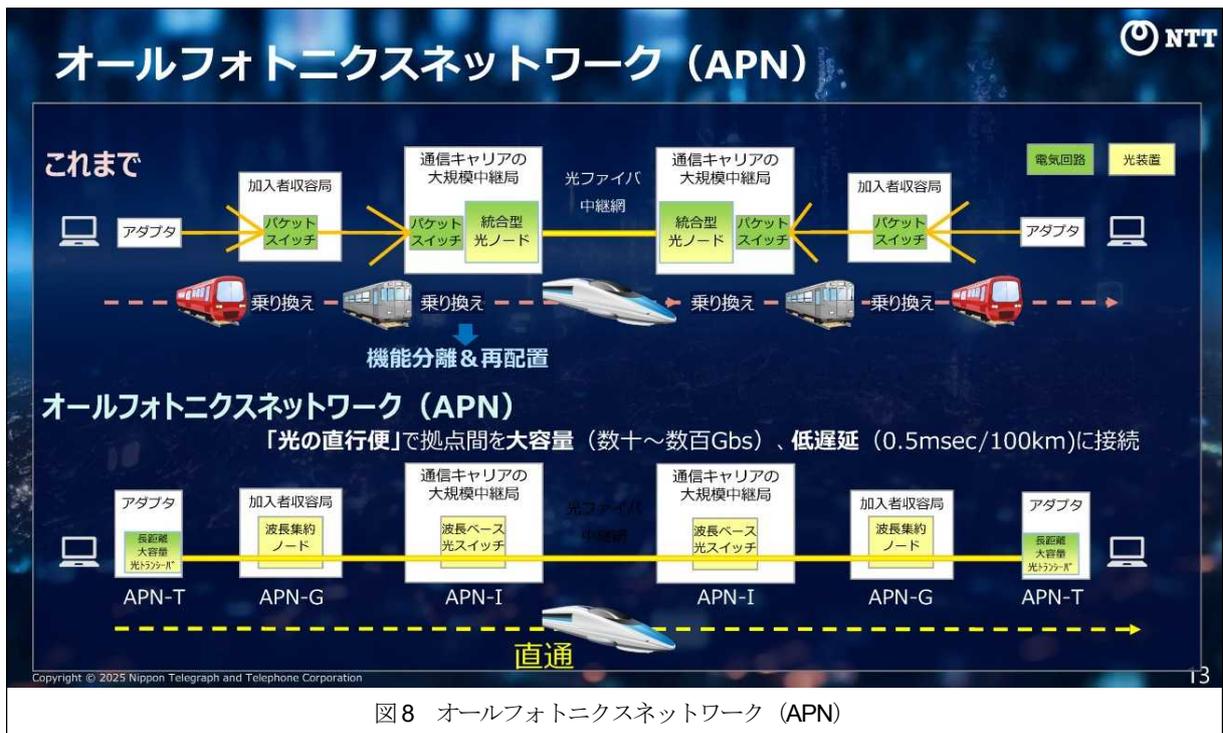


図8 オールフォトリクスネットワーク (APN)

オールフォトニクスネットワーク（APN）の取り組みについて

ここからは私が担当しておりますオールフォトニクスネットワーク（以下、APN）について、市場にどのような形でアプローチしているのかをお伝えします。

図8はAPNのイメージです。図8上段の「これまで」のところでは、各通信事業者の中継局に様々な機能が載った伝送装置と呼ばれるものが置いてあります。光ファイバーを用いて高速で送っていても、一旦中継局まで来ると一度電気に直す、それを繰り返していました。これは中継局に着くごとに電車を乗換えているイメージになります。そうすると、どうしても乗換えのタイミングで遅延が出てしまい、かつ電力も消費してしまいます。

そこで、中継局ごとの伝送装置における様々な機能が本当に必要なかを見直しまして、必要な機能を必要なところにだけ置くことにしました。そうして機能を分離し、配置を見直したものが図8下段で、あたかもPCから反対側のPCまで、新幹線のように光で高速に送ることができます。そして、これがAPNのイメージになります。これができるようになると、大容量、低遅延、低消費電力という特性が最大限に生かせるようになります。

エンターテインメント系

ここからは、APNを利用したユースケースをご紹介します。まずは分かりやすいところでエンターテインメントの領域です。なぜこの分野にアプローチしたかという点、エンターテインメントの映像や音声といったものが、APNの大容量、低遅延で送ることができるという特徴と親和性があるからです（図9）。

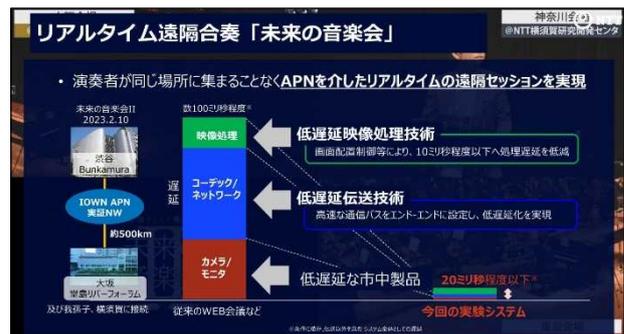


最初に遠隔地でのダンスレッスンで実証を行いました。最近のダンスは非常に激しくて、先生と生徒がうまくシンクロしないと何だか変なレッスンになってしまうということが起こります。私は先生側、生徒側の両方の会場に行きまして、離れている場所にもかかわらず、先生も生徒も全く違和感なくレッスンができていたところを確認できました。昨今の部活動のアウトソーシングの流れを考えると、大容量、低遅延で高精度な映像、音声を運ぶというところに関しては市場ニーズがあると実感しました。

次にクラシックのコンサートで実証を行いました（図10）。弊社の研究所ではAPNだけでなく、データ圧縮といった様々な技術の研究開発もしています。それらをトータルで活用することで、コンサート会場を分散しても一つのコンサートとして問題なく成立するかを評価しました。

この実証では演者が3会場に分散して演奏していき、その様子はユーチューブ*1でご覧いただけます。

今回の実験システムは東京-大阪間で遅延が1000分の20秒程度以下としています。動画の中では、1000分の20秒がどれくらいなのかを「オーケストラの中でホルンとバイオリンぐらいの距離」と表現していき、本当に近くで演奏しているのと全く変わらないとの確認ができています。実際に指揮者からも「違和感なく演奏できる」と評価をいただきました。



そのほかには、eスポーツでもAPNは非常に注目をいただいています（図11）。今は大きな会場に実際に参加者が集まってプレーをするのが基本になっていますが、やはり遠方からは来られないということも結構あります。これを解決するために会場を分散する場合は、離れた場所の参加者が不利にならないこと、また、プロのプレーヤーは普通の人では気づかないような遅延で勝負が決まる可能性が十分にありますので、そのようなことがない環境が非常に重要になってきます。弊社には遠隔にある複数の会場間を通してAPN端末装置の遅延を測定・調整する機能により公平な環境にするという技術もありますので、eスポーツでの更なる活用に取り組んでいます。

*1 未来の音楽会『Innovation × Imagination 距離を超えて響きあう 未来の音楽会 II』（2024）

<https://youtu.be/az0n0jcmoFs?si=5Q9JqsDR1SMwKcB>



図 13 病院間における遠隔手術ロボット操作の実証 (2025.2)

眼を置きながら実証を行いました。APNは大容量、低遅延なので、このように高精度な複数の機器を駆使し、離れた場所に手術環境を構築することが可能になります。

こちらの遠隔手術は保険適用に向けてさらに取り組みを進めています。

次のユースケースは、遠隔での重機の操作になります。こちらは図 14 右のコックピットと呼ばれる遠隔で操作をする台を駆使しながら、離れた場所にあるパワーショベルや高所クレーンといった重機を動かすというものです。こちらも様々な課題を解決するということで期待をいただいています。

一つは、パワーショベルで土砂を掘ることに関して、実際の現場では重機を一日中動かしているわけではありません。トラックに土砂を乗せる間はもちろん作業を行います、トラックがはけてしまうと、次のトラックが来るまでは待ちの状態が起きます。こうした重機やオペレーターの稼働率が効率という面で重要になってきます。例えば、オフィスにいるオペレーターが福島で2時間作業して一旦けりがついたら、次の時間は福岡で同じような作業を2時間行うとすると、1人のオペレーターが非常に稼働を上げて効率的に作業ができることになり、今期待されています。もう一つメリットとしては、コックピットがゲーム感のあるディスプレイやコントローラになっていて、実際にゲーム感覚で、かつ、遠くの場所に行かずとも作業ができるという部分で「若い人の採用が増えている」というお話もいただいています。このように労働環境や人材確保といった社会課題に対してもアプローチができているところを実感しています。

弊社では三鷹にある武蔵野研究開発センターで、年に一度 R&D フォーラムを開催し、様々なお客様をお招きして我々の研究開発成果を紹介しています。ここで 2023 年に重機の遠隔操作を実際に行いました。実機のショベルカーは千葉市美浜区にあり三鷹のセンターからは約 80 キロメートル、もう一つの実機で



図 14 遠隔建機操作

あるクレーンは大阪府堺市にあり約 500 キロメートル離れた状態で、作業に足り得る性能を出せるかの実証を行いました。例えば、斜面では非常に繊細な動きが必要になりますが、そのような場所でも対応が可能ということが確認できました。実際に免許を持って日々作業をされている方々に操作性をご確認いただき、「離れたところでも支障なく動かせる」との感想をいただきました。このような実証を通して、さらに市場へのアプローチを加速しています。

重機の遠隔操作で今まさにお話をいただいているのが、ダムの堆砂除去です(図 15)。昨今は雨が多くなってきていますが、雨が多くなると水とともに土砂もダムに溜まっていきます。この土砂を定期的に取り除かないとダムの貯水量が減ってしまうので、その除去作業を遠隔から機器を操作することで対応できないかというお話をいただきました。

実際に作業にあたる方の現状としては、会社でタイムカードを押して、そこから車に乗って現場に行き、7 時間作業をして会社に戻ってくるということで、昨今の時間外労働の上限規制等を考えると、どうしても移動時間が課題になります。そこで、遠隔操作ができるようになれば移動時間も解消できますし、実際の作業にかかる時間を増やすことができるということで期待をいただいています。



図 15 重機の遠隔操作：ダム堆砂除去

その延長線上で、例えば碎石、港湾、製鉄といった、現場で作業をする上で「安心安全」がキーワードになってくる業種からも、遠隔での操作ができるようになると非常に安心かつ快適に機器の操作ができると期待をいただいています。

港湾の例ですが、港にガントリークレーンと呼ばれる大きなクレーンがあります。これは操縦席が地上 50 メートルのところであり、操縦席まで上がるにも時間がかかりますし、ずっと下を見ながら操作をしなければいけないので身体的にも厳しい職場となっています。また、実際にガントリークレーンを操作できるオペレーターがどんどん減ってきています。そこで遠隔で操作ができるようになると、「今は神戸港で作業しているが、この後は福岡で作業を行う」が可能となり、また、広域での人の手配が可能になるので効率化も実現でき、かつ安心安全でより快適な環境で働けると期待をいただいています。

次は金融システム関連のユースケースです。顕著な例を挙げますと、証券取引といった秒単位で数億、数十億が動くような場面では、取引所から近いお客様と遠いお客様が公平な状況で取引ができる環境が必要になります。そのほかにも、機微な情報を離れた場所に保存しなければいけないといったニーズがあります。これらのニーズに APN の技術を使いますと、問題なくどちらも実現することが可能になります (図 16)。

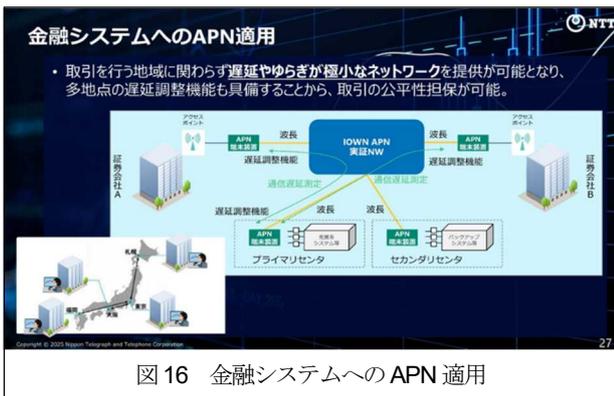


図 16 金融システムへの APN 適用

次は放送局での適用になります。例えば J1 等のサッカーの試合を思い起こしていただくと、試合を放送する場合は会場へカメラやマイクといった機材を多数持ち込みますが、それと併せて中継車と呼ばれる非常に大きなトラックを現場に乗りつけて映像の編集を行っています。離れた場所で映像の編集を行おうとすると、データを送るときにどうしても時間がかかってし

まい、特にスポーツはリアルタイム性が重要なので、必ず中継車を持って行って、現地で映像を編集した上で放送局へ送っているのが実態です。

但し、これでは毎回たくさんのクルーが実際に現場へ行く必要があります、準備も含めると、拘束時間が非常にかかるので、こういったところの効率化、DX 化を進めたいというお話をいただいています。

こちらに APN を適用しますと、まず中継車が要らなくなります。かつ、クルーも 2 分の 1 か 3 分の 1 に縮小できるようになりますので、映像編集の効率化というところで放送局の皆様からも非常に期待をいただいています (図 17)。



図 17 放送局での適用 (リモートプロダクション)

また、弊社のフォーラムで、TBS テレビにご協力いただきまして、『ひるおび』という生放送の番組で実証を行いました。番組は通常赤坂にある TBS テレビのスタジオで撮影・編集・放送されています。この赤坂のスタジオで撮影された映像音声等を三鷹のセンターまで全て持ってきて、実際に『ひるおび』の番組制作をされている方々に、スタジオで行っているのと同じオーリティーで映像編集ができるのかを確認いただきました。

そして、改善点等をヒアリングして生放送が可能だと分かりましたので、その 1 か月後に『輝く！レコード大賞』で実際にリモートプロダクションと APN を使って生放送を行いました (図 18)。

『輝く！レコード大賞』は音楽の祭典ですので、膨大な量のマイクや音響といったものが駆使されています。この音声の約半分を収録会場から離れた場所にある赤坂の放送局で編集を行いました。トラブルもなく無事に成功しました。

このような形態で実際にご利用いただいている放送局が増えてきています。



図 18 「輝く！レコード大賞」での APN 利用(2024.12)

次にファクトリーへの適用です。例えば、工場では生産管理や監視のプロセスがその中で閉じていることが多くあります。昨今の人員不足や効率化、さらにAIを利用したいというニーズを踏まえたときに、データを集約して統合監視や統合管理をしていくというところでAPNを活用したいという要望をいただいています。(図19)



図19 ファクトリーへの適用 (NW-AI)

昨今の生成AIに代表されるような高度な処理を考えると、データセンターの数が今後も増えていくと予想されます。これまでは都心部に用地確保をしていましたが、昨今は用地確保に加え、電力確保も必要な状況なので、より対象範囲を広げていかねばなりません。

そこで弊社の大容量、低遅延の通信技術を使って、例えばデータセンターを今まで30キロ圏内にしか置けなかったところを100キロ圏内にまで置けるようにするといった検討、具体化を現在進めています。

エネルギーの観点でも議論を進めているところで、図20はエネルギーを有効活用してデータ処理をするイメージです。太陽光発電が分かり易いと思いますが、例えば、ある日北海道は晴れて十分に発電できているが、九州は雨が降りなかなか電力量が確保できない場合には、北海道の計算機リソースを使い処理をしていくといった、その日の天候によってエネルギーを有効活用していくことも遅からず実現しなければいけないと考えています。



図20 再生可能エネルギーの地産地消

なお、データセンター間をAPNで接続した実証では、100キロ離れた場所（データセンター）間での処理と同じ場所（データセンター）に同居する場合での処理とで遜色ない性能評価ができています(図21)。



図21 分散型データセンタ促進 (APN×LLM)

今後のAPNの進化

2024年8月に日本と台湾との間でAPNが開通しました*2。台湾までは距離にして約3,000キロメートルとなり、かなり離れた場所になりますが、遅延量が1000分の17秒と、人が気づかないくらい非常に小さな遅延でのデータの送受信を実現しました。

よくニュースなどで「ニューヨークの誰々さん」と中継を繋ぐと、少し間が空いてから相手の反応が返ってくるイメージがあると思いますが、台湾のような離れた距離であっても、非常にスムーズなコミュニケーションを取れることが確認できました。

我々はAPNを皆様により使いやすい形でご提供できるよう、早くインフラとして整備し、着々とグローバルに広げていきたいと考えています(図22)。

なお、APNの普及は決して弊社だけで出来るものではありませんので、『IOWN Global Forum』*3といった場を利用して、パートナーや仲間づくりを加速させています。

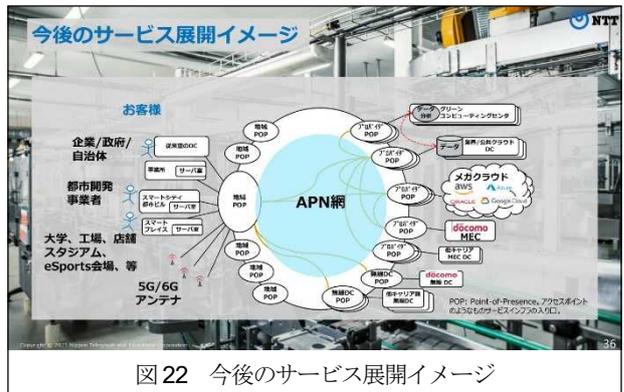


図22 今後のサービス展開イメージ

*2 日本電信電話(株)『NTTと中華電信、世界初のIOWN国際間オールフォトリソネットワークを開通』(2024)

<https://group.ntt.jp/newsrelease/2024/08/29/240829a.html>

*3 IOWN Global Forum, 『Our Members』

<https://iowngf.org/our-members/>

大阪・関西万博

最後に大阪・関西万博について少し PR を兼ねてご紹介します。弊社では IOWN の技術を会場だけでなく、様々なイベントでも活用していますので、ぜひ足を運んでいただければと思います。

NTT パビリオンでは「空間伝送」をキーワードにした体験を実施しています。

万博に先立ち、吹田市の万博記念公園から Perfume のライブパフォーマンスの配信が行われました。その際、IOWN の技術を使って、万博記念公園から夢洲の NTT パビリオンへ映像等の伝送を行い、加えて Perfume の動きをキャッチャーしてリアルタイムで映像を被せるといった演出も遜色なく出来ています。

その配信データを 3D 映像として再構成し、NTT パビリオンで上映しています*4。来場者には 3D 眼鏡をかけていただくのですが、本当に臨場感のある形でご覧いただけますし、パフォーマンス中の足踏みの振動を実際に足元で体感いただけるようにもなっていますので、ぜひお楽しみいただければと思います。

そのほかのパビリオンの展示や IOWN ユースケースについてはユーチューブに動画*5 がありますので、ご参照いただければと思います。

本日のご説明は以上になります。ありがとうございました。

*4 NTT official channel 『「IOWN×Perfume」 Behind the scenes|EXPO2025 NTT パビリオン』 (2025)

1分46秒～

<https://youtu.be/Oh4NeNvzZ18?si=WHDmNjrMjG41iRaX&t=106>

*5 NTT official channel 『IOWN ユースケース』 (2025)

<https://youtu.be/CDUlsDsw0d8>