

Research & Development

企業価値向上に貢献するR&D

IOWNの成果を広く、
そしていち早く
皆さまにお届けすることが
できるよう研究開発を
推進していきます。

常務執行役員 研究企画部門長
岡 敦子



ICT分野の進展は目覚ましく、様々なサービスが生み出され、様々な変革が進められています。生活や仕事のスタイルに変化をもたらし、新たな常識が生み出されています。個人による情報発信が容易にできるようになり、多様な価値観の広がりを見せています。こうした変化の中心にあるのがデータ(情報)です。データが重要な価値を生み出す源泉となり、あらゆる活動がデータドリブンに決められていくデータ中心社会に変貌してきています。

一方で、データ量・流通量は急激な拡大が続いています。これを処理するために大量のコンピュータ等のリソースが導入されており、結果として消費電力量は増大が続いています。この先もデータ量は増大が続くことが予想されています。省電力化の取組みは各所で行われていますが、いよいよ限界が近づいてきています。

これを解決するために、2019年にIOWN構想を発表しました。これは光を中心とした革新的技術を活用した、超大容量・超低遅延・超低消費電力を特徴とする次世代コ

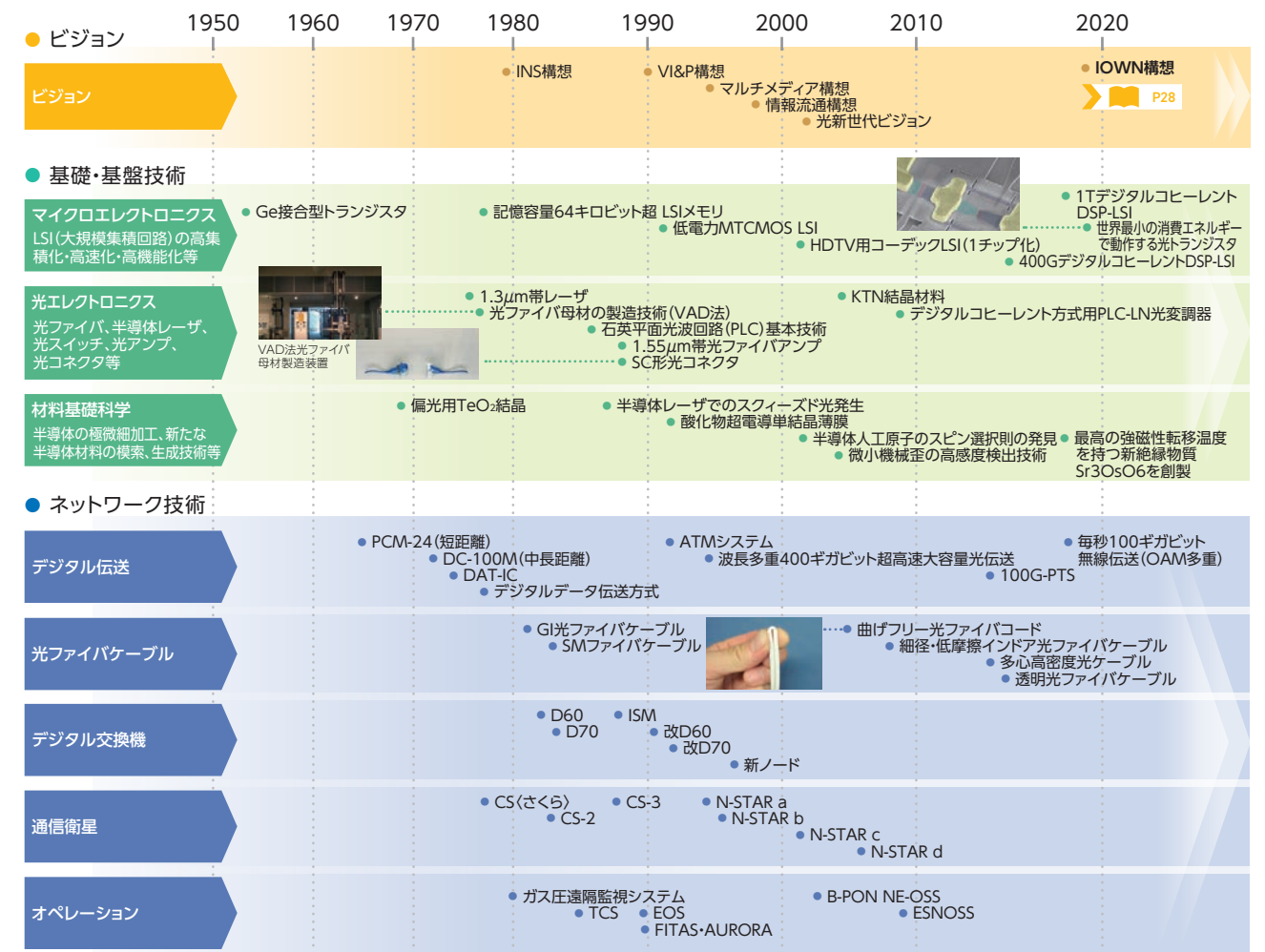
ミュニケーション基盤の構想です。光の技術は通信の分野では広く利用されてきました。いわゆる光ファイバです。光は電気と比べると、通信距離や速さ(周波数)を上げてほとんど消費電力が増加しません。IOWNは光を通信だけではなく、コンピューティングの領域にも活用することで変革をもたらす構想です。

IOWNの実現は、通信分野に留まらず、交通、医療、金融、教育等多岐にわたる分野で多彩なサービスと新しい価値を創出していくことでしょう。実現には各分野の皆さまとのコラボレーションが必要不可欠です。また、実際に皆さまにIOWNの成果をいち早くご利用いただけるようにすることが肝要です。そのためにIOWNをご利用いただける実践的な環境を早期に提供し、皆さまとともにサービスを構築し商用展開を進めてまいります。2025年日本国際博覧会(大阪・関西万博)ではIOWNが創り出す新しい時代の幕開けを世界の皆さまにご体感いただきたいと思います。新たな時代を切り開くIOWNにご期待ください。

NTT R&Dの歴史・取組み

NTTでは、約2,300人の研究者が基礎研究からビジネス展開を支える研究開発まで幅広くかつ多様な研究を行い、世界をリードする技術やサービスを生み出し、社会や産業、学術の発展に寄与してきました。「人」と「人」をつなぐ電話サービスを支えるネットワーク創りから始まり、ネットワークを進化させ、「人」と「情報」をつなぐ高速広帯域な光・無線ネットワークを創り、現在の情報流通社会へと発展してきました。

また、新たなネットワークの実現は、従来の信号速度や伝送容量の限界を打破する光エレクトロニクス技術やマイクロエレクトロニクス技術、材料基礎科学といった基礎・基盤技術の研究開発の成果に支えられています。

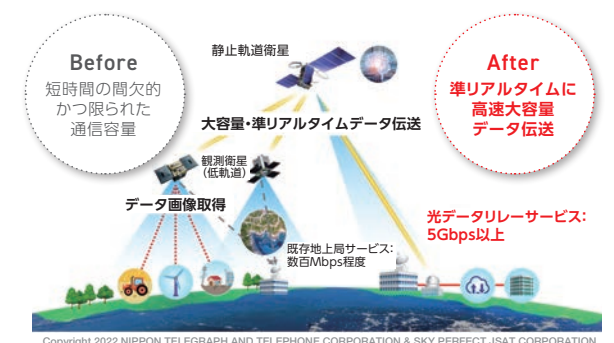


これまで培ってきた、通信技術や基礎技術等、様々な分野の研究開発で成果を挙げてきたことが、一例として光電融合技術へと発展し、IOWN構想につながっています。

宇宙統合コンピューティング・ネットワーク

持続可能な経済・社会活動を確立していく上では、エネルギー・環境/気候変動・防災・海洋インフラ・安全保障等の多様な分野において、成層圏・地球近傍宇宙空間をICTインフラ基盤として効果的に最大活用することが、より一層重要となります。

NTTでは、「宇宙統合コンピューティング・ネットワーク構想」を掲げ、宇宙空間に構築する光無線通信ネットワーク及び成層圏で構築するモバイルネットワークを手始めに、新たなインフラの構築への挑戦を推進していきます。



Research & Development—企業価値向上に貢献するR&D

IOWN
解体新書

IOWNを徹底解剖!
株主・投資家の皆さまからいただいた
ご質問に私がお答えします!

IOWN総合イノベーションセンタ
センタ長
塚野 英博



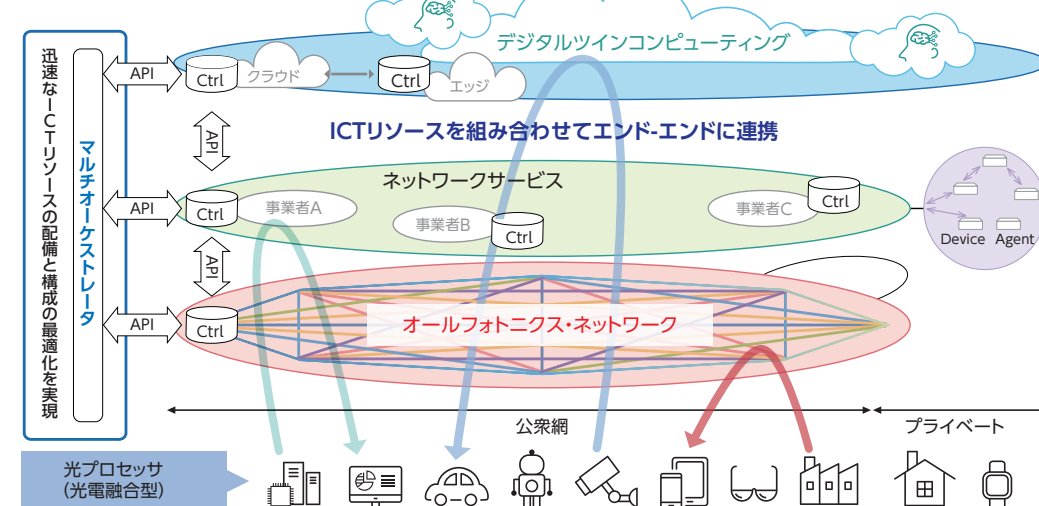
2030年頃の実用化に向けて推進している次世代コミュニケーション基盤

IOWN(Innovative Optical and Wireless Network)構想

光を中心とした革新的技術を活用した高速大容量通信、膨大な計算リソースを提供可能な、端末を含むネットワーク・情報処理基盤であるIOWN。IOWNは主に、光技術を適用するオールフォトニクス・ネットワーク(APN)、サイバー空間上でモノやヒト同士の高度かつリ

アルタイムなインタラクションを可能とするデジタルツインコンピューティング(DTC)、それらを含む様々なICTリソースを効率的に配備するコグニティブ・ファウンデーション(CF)の3つで構成されます。

コグニティブ・ファウンデーション



低消費電力

電力効率
100倍*

伝送媒体 光ファイバケーブル
伝送装置 光(波長)スルー
情報処理基礎 光電融合素子

1/100の低消費電力で各種情報通信サービスを提供

*フォトニクス技術適用部分の電力効率の目標値

大容量・高品質

伝送容量
125倍*

波長(光信号)
独立 光 → 光 → 光 →
波長 光/光
1000
光ファイバ

瞬きの間(0.3秒)に2時間の映画を1万本ダウンロード可能(5Gでは3秒で1本可能)

*光ファイバ1本当たりの通信容量の目標値

低遅延

エンド-エンド遅延
1/200*

波長単位で伝送
待ち合わせ処理不要
データの圧縮不要
波長A 大容量動画(非圧縮) 処理遅延なし
波長B 音声

デジタルテレビや衛星放送のような遅延なしに、リアルタイムで映像を伝送

*同一県内で圧縮処理が不要となる映像トラフィックでの遅延の目標値

Q1

なぜIOWNが必要なのでしょう。IOWNの利点は何でしょうか。

デジタル技術の発展によって、映像の超高精細化等様々な技術革新が生まれてきましたが、更なる進化のためには発想の転換が必要だと考えています。IOWN構想では、人間だけの価値観でフィルタリングせず、より多様な価値観・知覚を通して、ありのままの現象・情報を捉えるようにすることが重要だと考えています。「すべての生物は種特有の知覚システムを有しており、それぞれが種特有の知覚世界を持ち、その主体として行動する」とドイツの生物学者であるヤーコプ・フォン・ユクスキュル博士が「環世界」(ドイツ語では「Umwelt」)を提唱していますが、IOWN構想はまさに見る主体によって物の見え方は異なり、それぞれの価値観に応じて伝えるべき情報も処理の仕方も変わってくるという考えに基づき、様々な価値観に応じた情報を余すところなく伝え、そして処理することをめざしています。



人間が見ている花の姿(左)/蜂が見ている花の姿(右)

こうした新たな発想の実現に向けては、劇的な低遅延、膨大な帯域幅、極小の遅延変動が必要ですが、現在のインターネットでは、伝送能力と処理能力の双方に限界が訪れています。また膨大な情報処理に伴って消費電力は増大し続けており、CO₂排出量の増加は世界的に深刻な問題になっています。

NTTグループの考える「ありのままの情報を扱える」より大容量、低遅延、低電力消費なインフラを実現するには、ネットワークからコンピューティングまでの様々なレイヤ個別の設

計から脱却し、End-to-Endかつフルスタックでの再設計・最適化が必要です。

そこでキーになるのが「光電融合」の技術です。従来、光は「伝送」、電子は「処理」と役割が完全に分離しており、光信号と電気信号とを変換する作業は効率が悪く消費電力も大きくなります。光と電子を緊密に融合していけば、プロセッサレベルまで含めて全体に光技術を適用することができ、フルスタックでアーキテクチャ(仕組み)を見直すことができます。

光技術による
「伝送」



電子技術による
「処理」



光と電子の緊密な結合「光電融合型の処理」

Research & Development—企業価値向上に貢献するR&D

IOWN 解体新書

Q2 特にNTTが長けている点、優位性がある部分はどこになりますか。

NTTが過去から光に関する知見を積み重ねてきたのは大きなアドバンテージだと思います。皆さんに馴染みが深いのは、光ファイバケーブルを使ったインターネット接続サービスだと思いますが、NTTが長らく研究してきたのは光ファイバケーブルという伝送媒体に留まらず、伝送装置や情報処理までを光で実現できないか、ということです。これらの「研究」成果を、より商用に近い「開発」に軸足を置いて、実用化をめざして進めているというのが現状のステータスです。

そして、最近の成果として、「光電融合技術」は光・電気変換、電気・光変換を超高速かつ超低消費電力に行えることがコアです。LSIの中で最も電気を消費するのがI/O(入出力)であり、そこを光に置き換えることのインパクトは非常に大きいのです。また、電気では、信号を伝送する距離が増えると急激に消費電力が増えますが、光ではそこまで急激には増えません。従って、光電融合技術によって光を導入することで、元々の光の特徴である超高速はもとより、超低消費電力が実現可能となります。

その典型例がNTTが2019年に開発した光トランジスタ

で、世界で初めて超高速と超低消費電力を両立しました。トランジスタとは、電気信号に制御信号を与えることで適切な形に出力できる変換装置のことです。信号を変換することはスイッチングと言います。光をスイッチングするいままでの装置は、巨大で価格も数千億円したのですが、それが今回、光トランジスタの実現により、チューインガムくらいの大きさにまで小型化できました。

また光トランジスタの研究開発には信号処理の技術だけではなく、光の変調器を作るということも重要です。ある波長のスペクトラムが乱れないように精度が高く安定化が図れるノウハウが必要で、これはアナログ技術であり、家内工業的なものです。長距離を光でつなげられるようになったのは、そういった我々の技術が活かされているところが大きいです。

データ量の増加や消費電力の増加に対応するには、電子処理から光伝送へ構造展開する必要があり、その構造展開を支える技術面において、光トランジスタの高精度化・小型化・低コスト化がブレークスルーとなりますが、そこにNTTグループの優位性があるということです。

Q3 IOWNの技術はどのように導入されていくのでしょうか。どういうビジネスモデルが想定できますか。

IOWNは様々な領域で使えるようになると思いますが、わかりやすいシナリオを2つ紹介します。

まず、データセンターの内側の話、ディスアグリゲートドコンピューティングです。パソコンも同じような構造ですが、サーバにはインターフェースがあり、CPU、メモリ、ストレージが揃っています。CPUが指示を出して、メモリに一時的に情報をため、CPUが計算した結果の情報をストレージにため込んでいくというのが今の流れです。CPUが電気信号でいちいち指示を出して動かしていたのですが、GPUやDPU等のアクセラレータを直接光でつなぎ、それぞれを異なった波長で結ぶことで、サーバそれぞれにCPUやメモリが揃っている必要はなくなります。ある筐体にCPUがあり、別のところにメモリがあり、それを光でつなぐことであたかもひとつのサーバ上に膨大なCPUやメモリが搭載されているような状況を作り出せるのです。超低消費電力で高速処理が行え、必要だけパーツを追加できるスケーラブルなコンピューティ

ングインフラを構築することができます。

この場合のビジネスモデルとしては、光トランジスタを販売することが考えられます。光トランジスタそのものだけでなく、光電融合技術や光の変調器をコンピュータのボードや半導体パッケージにのせるプロダクトも考えられます。キーとなる部品を売るイメージです。

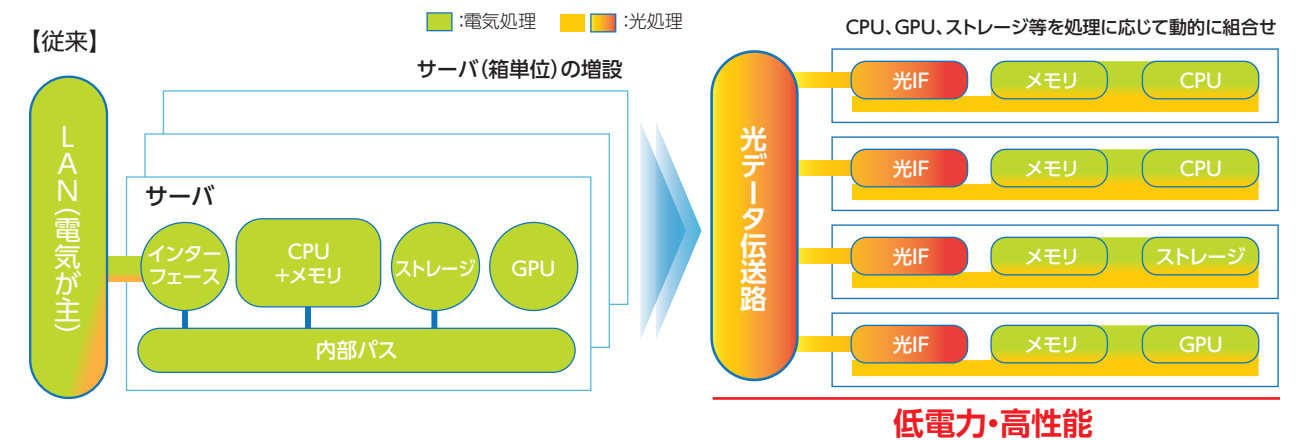
次に、もう少し範囲を広げてネットワーク間にも光を活用するオールフォトニクス・ネットワーク、データセンターの外側の話です。都市間を結ぶような中継系のコアや都市内を巡らせるメトロネットワークに使われる光伝送技術を末端となるエンドユーザ近くにまで拡張させ、「1人1波長」のように超大容量の光のパスを用途ごとに柔軟に構成できるようにすることができます。オンデマンドかつ1対1で光の専用線を張るようなイメージで、映像等も圧縮せず、ほとんど遅延がない形で送受信できるようにすることができます。

APNは基地局とモバイルアンテナを結びモバイルフロン

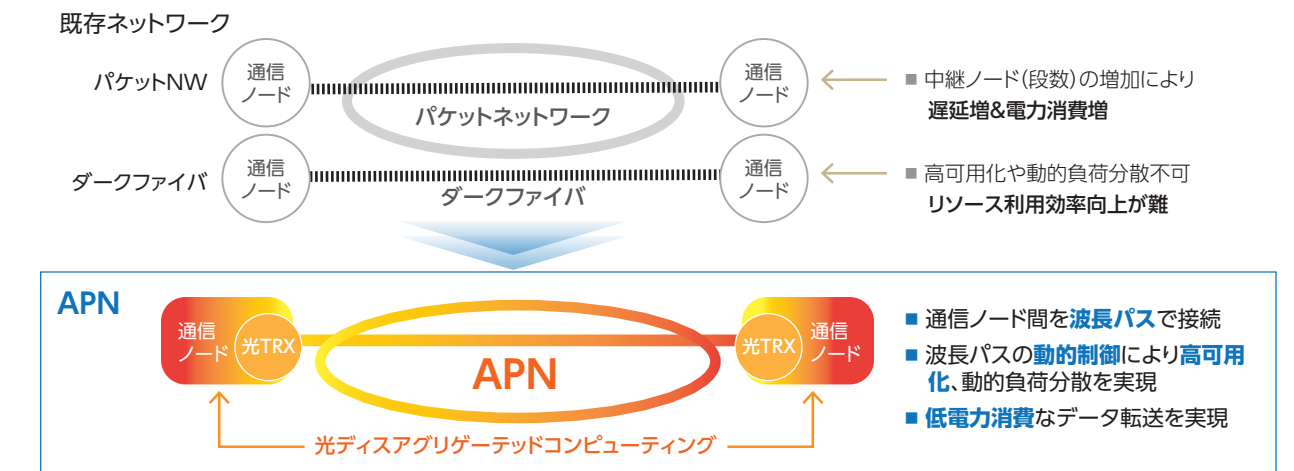
トホール部分への適用も考えられます。都市部では昼夜で人口が変わるため、トラフィック量も必然と異なってきます。

そこで動的に光パスを構築するロードバランシングで、電力消費を抑制することができます。

● ディスアグリゲートドコンピューティング



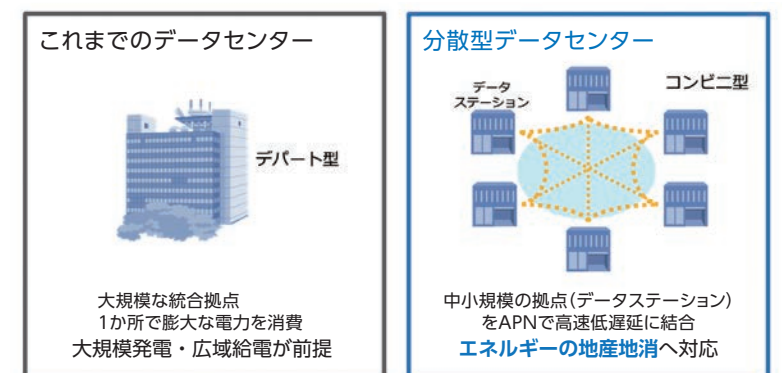
● オールフォトニクス・ネットワーク (APN) の特徴



またデータセンター間を結び回線としてもAPNは提供可能です。最近では莫大な電力を必要とする大規模なデータセンターを設置するのが難しくなっています。今後は小規模のデータセンターを広範囲に分散設置する方向になりますが、大規模データセンターと比較しても遜色なく稼働するよう、分散されたデータセンター間を「光」でつなぐ必要がでてきます。大規模なデータセンターでは膨大な電力が必要となりますが、分散設置すれば、その配置場所近傍で発電された再生可能エネルギーを利用することもでき、エネルギーの地産地消にも対応できると考えています。

APN提供ケースにおけるビジネスモデルですが、モバイルフロントホールやデータセンター間のネットワーク提供等のインフラサービスプロバイ

ダーとしてのビジネス、APNで接続された分散型データセンターを提供するデータセンタービジネス、データセンターのエッジに設置する光トランシーバーを販売するプロダクトビジネス等が考えられます。



Research & Development—企業価値向上に貢献するR&D

IOWN 解体新書

Q4

現在想定しているユースケースはありますか。

①データセンター事業者向けのインターコネクト提供、②モバイル事業者向けのモバイルネットワーク提供はすでに紹介しましたが、③イベント(ライブ中継、クラウド型eスポーツ中継)向けのネットワーク提供も考えられます。

クラウド型eスポーツイベントの中継については、すでに実証実験も行っています。クラウドを介した対戦型ゲームはお互いリアルタイムで戦いますが、大容量の8K映像を20ms

以下の遅延でやり取りすることが重要となります。数ミリ秒の遅延と、その10倍の遅延が発生した場合を対比すると、攻撃のタイミングが異なってきます。攻撃のタイミングがずれてしまうような遅延環境では、ゲームとして戦うことができません。実証実験での遅延結果は20msでしたが、これを数ミリ秒まで縮める努力をしており、かつ1μs単位で遅延をコントロールして、同期を取れるようなシステムを現在開発中です。

● バーチャルでのリアル再現(ライブ、eSports)

- 高詳細な映像や音声を双方向にやり取りするイベントを仮想空間上で再現
- 低遅延でデータを交換することで、遠隔地でも同一会場と同様の体験が可能



世界の様々な企業・学術機関と連携したIOWN GLOBAL FORUM

NTT、インテル コーポレーション、ソニー株式会社は、新たな業界フォーラムであるIOWN Global Forum, Inc. (以下、IOWN GF)を2020年1月に米国にて設立、今では101組織が参画するまでに成長しました(2022年8月末時点)。

IOWN GFでは、これからの時代のデータや情報処理に対する要求に応えるために、新規技術、フレームワーク、技術仕様、リファレンスデザインの開発を通じ、シリコンフォトリクスを含むオールフォトリクス・ネットワーク、エッジコンピューティング、無線分散コンピューティングから構成される新たなコミュニケーション基盤の実現を促進していきます。



Q5

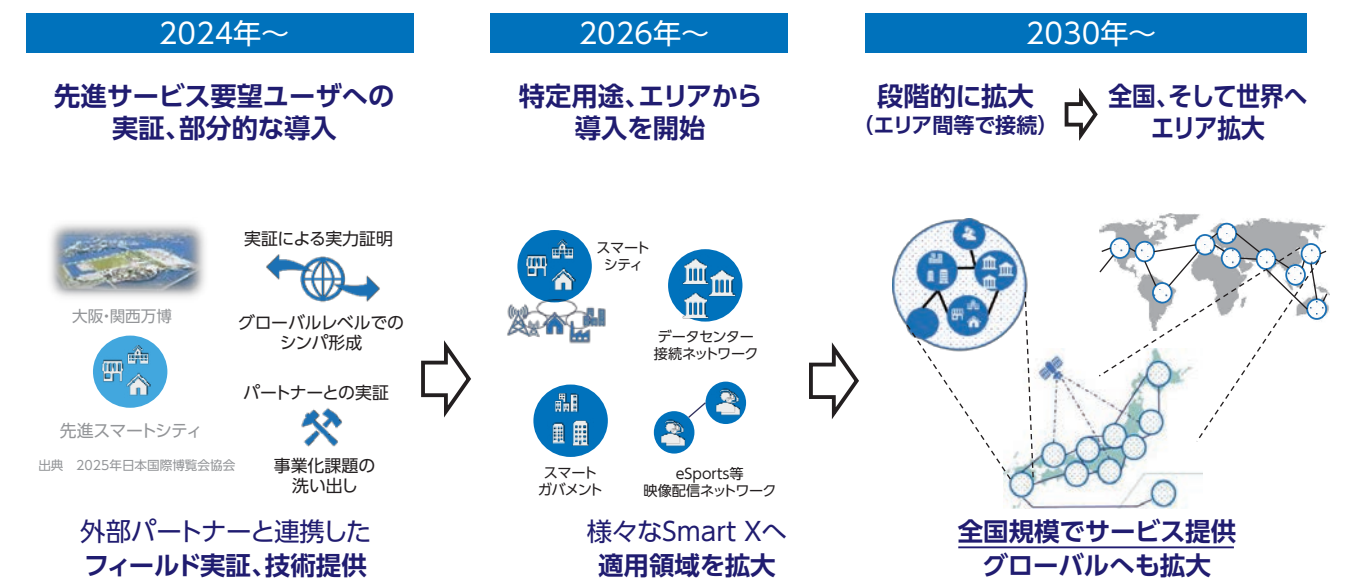
今後のスケジュール、マイルストーンを教えてください。

上記で挙げたようなユースケースについては、早期に実証等を行い、お客さまからフィードバックをいただき、IOWNの技術をさらに磨いていければと考えています。その上で、2024年頃から、まずはスマートシティや重要インフラ等、先進サービスを要望するユーザやエリアに対して、フィールド実証や部分的な導入を進めていきます。続いて、2026年頃では、まだ特定用途、特定エリアに限定されますが、適用範囲を広げていきます。その後、2030年以降では、導入済エリア同士を接続する等で、全国規模さらにはグローバル規模への拡大を進めていきます。

の拡大を進めていきます。

また、近い将来の重要なイベントとしては、2025大阪・関西万博があります。ここまで挙げてきたIOWNの技術の一部を、既存の技術とも上手く組み合わせながら、IOWNの世界観の一端をわかりやすくお伝えしていきたいと考えています。これにあたっては、様々な企業・団体の皆さまとのパートナーリングを通じて新たな価値を提示し、その後の社会実装につなげていきたいと考えています。

● IOWN拡大ロードマップ



IOWN構想は非常に広く、わかりづらいところも多いかもしれません。IOWNとは「あるものをあるがままに伝え・処理し」「今のインターネットでは実現できない新しいスマート社会を低エネルギー消費でサステナブルに実現する」という光をベースとした革新的構想です。もちろん、まだまだ解決すべき課題は非常に多いですが、しっかりと取り組んで、皆さまにその成果をお見せしていきたいと思っています。

Research & Development—企業価値向上に貢献するR&D

NTTグループの事業に安心安全を与え、成長を支える

知的財産戦略

NTTグループの成長と社会貢献の両立には、知財投資の成果を適切に保護し、他者の知的財産を尊重しながら活用していくことが不可欠だと考えています。

NTT知的財産センタの活動方針

幅広い技術分野において基礎から応用までの研究開発に取り組むNTTグループは、世界でも類を見ない通信事業者として長年にわたり知財投資(研究開発投資)を積み重ねてきました。

NTT知的財産センタは、“Your Value Partner”としてグローバルに羽ばたこうとしているNTTグループの事業に安心安全を与え、成長を支えることを活動方針と定め、知的財産戦略の立案、知財投資により得られた成果を適

切に保護、他者の知的財産を尊重しながらの活用を進めています。

国内外から大きな期待と関心が寄せられているIOWN構想は、NTTグループだけで実現できるものではありません。活動方針に沿って取り組む様々な営みを通じ、パートナーの皆さまとのコラボレーションを支えグローバルな視点で種々の社会課題の解決を図っていきます。

知的財産戦略の立案・推進

NTT知的財産センタは、NTTグループにおける知的財産マネジメントの中核組織として事業活動の源泉となる研究開発成果を特許に代表される知的財産権として確保、もしくは、社内に関じたノウハウとすることで積極的かつ適切に保護・管理し、事業優位性の確保に努めています。

また、産業界の発展に貢献する技術や標準化され社会での活用が期待されている技術を幅広くライセンスすることによって成果の普及を図る一方で、NTTグループ各社が研究

開発成果を事業で活用する場面においては、他者の知的財産権を十分尊重しながら活用を進めています。

知的財産戦略はこういった活動の礎となるもので、NTTグループのビジョンの実現をめざし中期経営戦略のもとに事業戦略・研究開発戦略と三位一体となって①戦略的な権利化、②リスクマネジメント、③保有知的財産の活用の観点から立案・推進しています。

①「戦略的な権利化(知的財産ポートフォリオ構築)」による競争力強化	・研究開発活動の成果を、技術内容や想定されるビジネスモデルに応じて戦略的に権利化、知的財産ポートフォリオを構築
② 自社を守り、他者を尊重する「リスクマネジメント」	・グループ各社が研究開発成果を事業で活用するにあたって第三者の知的財産権を侵害することがないように、研究開発成果を提供するまでの段階において国内外の他者権利を調査 ・知的財産に関する国内外の制度改正、紛争事例、裁判事例等の動向とその影響をグループ各社と共有することで、知的財産権に関する法令の遵守とビジネスリスクの低減
③「保有知的財産の活用」で広がるビジネス展開、仲間作り	・事業の競争優位性確保のため、また、お客さまと社会への貢献のため、知的財産をビジネスへ展開 ・積極的な標準化活動の実施

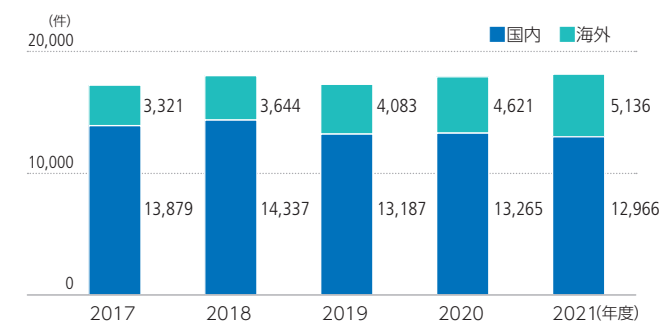


知的財産ポートフォリオ

NTTグループにおける知財投資の大きな割合を占める特許研究開発の成果として得た特許の保有件数は、国内外をあわせ約18,000件となっています。

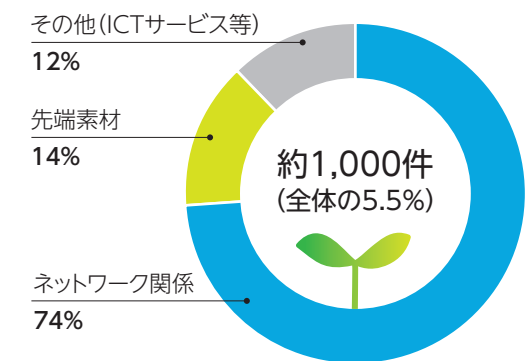
NTT知的財産センタは、外国出願の強化によるNTTグループのグローバル事業への対応だけでなく、IOWNに

● NTTの特許保有件数



よって2040年度までに実現をめざすカーボンニュートラルに貢献する光電融合技術等、幅広いエネルギー削減技術の権利化も進めています。

● エネルギー削減関連技術の特許保有数



オープン&クローズ戦略(標準必須特許に関する取組み)

IOWN構想は情報通信技術をビジネスの主軸とする限られた企業等のみによって実現されるものではありません。事実、IOWN Global Forumには多種多様な領域でグローバルに活躍する企業や団体が集い、IOWNの実現に向けたユースケースや技術仕様等の議論がなされています。こういった議論では、同じゴールを共有しつつオープン(協調)領域とクローズ(競争)領域を明確にした上で、オープン領域においては、例えば、異なるベンダの装置間で安定した通信を実現させる技術を標準規格として定めること(標準化)が重要になってきます。

NTT技術を標準規格に提案する活動は研究所が中心と

なっていますが、NTT知的財産センタではこの活動と連携して標準必須特許(SEP:Standard Essential Patent)の充実化に取り組んでいます。SEPとは、ある標準規格等に準じた製品の製造販売や、サービスを提供する上で使用せざるを得ない特許のことをいいますが、NTT知的財産センタでは、SEPを保有する企業や団体が集まって特許使用料等の条件を一括管理する特許プール等への参加や設立を通じて標準化技術の安全な権利処理基盤を提供し、他企業との信頼関係を維持しながらNTTグループの安心安全な事業運営に貢献しています。

● オープン&クローズ戦略のイメージ

