

7 次世代を支える光ファイバ技術

IOWN 構想に基づく次世代光線路技術の研究開発の取り組み

NTT アクセスサービスシステム研究所（以下、AS 研）では、昨年提唱した IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）構想の3本柱の一つである APN（オールフォトニクスネットワーク）に基づき、既存光ファイバ限界克服を目指した SDM（空間分割多重）をはじめとする次世代光線路技術の研究開発を行っている。ここでは、① SDM ファイバ技術、② トポロジ可変光アクセス網構成技術、③ 新たなリーチ先に対する光提供機会の拡大技術について述べる。

——IOWN 構想の3本柱と主な目標について

昨年、NTT は、スマート社会における電力消費量の限界とインターネットの通信遅延の限界を鑑み、IOWN 構想を提唱した。IOWN は、DTC（デジタルツインコンピューティング）、CF（コグニティブファウンデーション）、APN（オールフォトニクスネットワーク）の3つの要素で構成されている。アクセス設備プロジェクトでは、光ファイバ技術と関連が強い APN を重点要素として取り組んでいる。また、IOWN の具体的な目標値としては、電力効率で100倍、大容量化で125倍に、エンドエンドの遅延で1/200としている。

以下では、①既存光ファイバの限

界克服を目指した SDM（空間分割多重）技術、② トポロジ可変な光アクセス網構成技術、③ 新たなリーチ先に対する光提供機会の拡大技術について述べる。

——SDM による大容量化

図1は、伝送システム容量の拡大状況を示している。これによると、IOWN 構想の達成年度である2030年までには、伝送容量需要は従来の光ファイバ（シングルモードファイバ）の伝送容量限界である約100 Tb/s を超えると想定される。また、右側の図は SDM 技術の種類を示しており、マルチコアファイバによるコア多重とマルチモードファイバによるモード多重、さらにはコア&モード多重による高密度化がある。



NTT アクセスサービスシステム研究所
アクセス設備プロジェクト
プロジェクトマネージャ
片山 和典氏

特にマルチコアファイバでは、従来のシングルモードファイバのクラッド径125 μmに合わせた方が既存設備との併存やアップグレードを考えやすいことから、実用化に向けた最初のターゲットになると考えている。

——光通信技術に関する国際会議（OFC2020）にて光ファイバケーブル部門、および光導波デバイス部門のトップスコア論文として採択

今回、光ケーブル構造の最適化により、SDM ファイバの伝送特性制御を世界で初めて実現した。モード

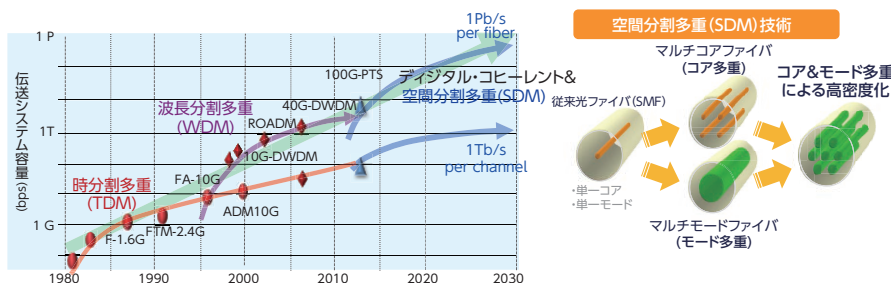


図1 年代ごとの伝送容量の拡大とマルチコア・モード伝送ファイバ

多重伝送ではモード数に応じた大容量化が期待できるが、各モードの伝送時間が異なるため、受信器の信号処理が複雑化する問題があった。光ケーブルの設計パラメータ（光ファイバを束ねる強さや間隔など）を最適化することで、曲がりや振れなど光ケーブル内の光ファイバの実装状態を意図的に制御し、マルチモード間の光信号の干渉による伝送時間のばらつきを最大60%低減できることを実証した。

本成果は、米国カリフォルニア州サンディエゴで開催された光通信技術に関する国際会議（OFC2020、3月開催）において、光ファイバ部門で平均スコアが最も高かったトップスコア論文として採択された。

もう1件は、マルチコアEDF（エルビウムドープファイバ）増幅器で、Cバンド（1530～1565nm）を用いて、世界最高の電力変換効率10.2%を達成している。これにより、1R中継伝送への適用性が確認できた。長距離空間多重伝送の実現には光増幅技術が不可欠であり、マルチコア構造では励起光を共有するクラッド励起方式による高効率化が

期待されているが、従来技術では6%以内が限界であった。これについてもOFC2020でトップスコア論文として採択されている。

——トポロジ可変な光アクセス網構成技術

次の話題は、トポロジ可変な光アクセス網構成技術である。背景としては、5GやBeyond 5Gの時代になると、高周波を使うため小セル化することや、レジデンシャルエリアよりもスタジアムなどイベントのあるエリアで、5G基地局が集中配備される可能性がある。また、自動運転が本格化すると、道路沿いに基地局が集中配備されることも考えられる。

従来のFTTH（Fiber to the Home）はスター配線であり、居住エリアを基にした需要分布を想定していた。しかしこれからはNTTドコモなどの5GやBeyond 5Gの展開動向も踏まえて、多様な心線需要に即応できる、新たな光アクセスNWが重要になると思われる。

図2は、ループ配線をベースとした新たな光アクセスNWトポロジ

を示している。既存のスター配線のNW設備を有効に活用しつつ、一部区間の新設を行いループNWを構成する。ループNW上に光パスの切替を行う機能点（機能的光ノード・機能的分光岐）を複数配置し、必要な時に必要な量の心線を、リモートコントロールで必要な方面に振り向けることにより、柔軟なNWトポロジ制御を実現する。

要素技術である①機能的光ノードと②機能的分光岐について説明する。前者はリモートで動的に光パスを切替制御すると共に、制御に必要な電力が局発のレーザーから供給されることを特徴とする（電源レス）。後者は静的ではあるが現場で簡易な分光岐（引落し）を実現する。

——新たなリーチ先に対する光提供機会の拡大について

最後に新たなリーチ先に対する光提供機会の拡大について述べる。5Gの展開においては、都市部では高密度な基地局配置が想定されることから、光引込先としては考慮していなかった街灯柱や信号柱などへの経済的な光ケーブル敷設方法が求め

られる。また、光未提供エリアでもビジネス可能性があれば5G基地局が設置されることが考えられる。光未提供エリアへの光ケーブル・基地局等の設置においては、事業者個別に設備構築することは多大なコスト負担が必要となることから、事業者間で設備を共有するインフラシェアリングおよび経済的な光ケーブル敷設方法の検討が必要となる。

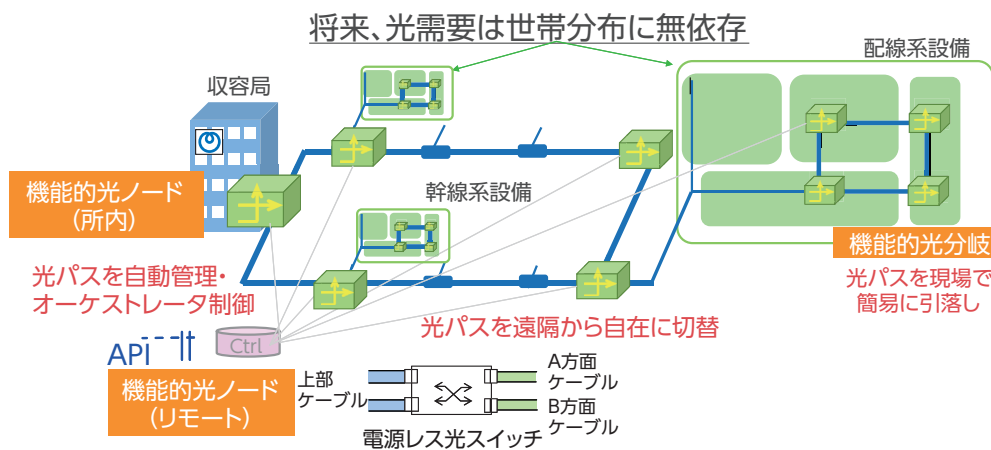


図2 スターNWからループNWの構成を検討