7 次世代を支える光ファイバ技術

IOWN 構想の実現と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）のアクセス設備プロジェクト（以下、A 設 P）では、2019 年発表した IOWN 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）の実現に必要な次世代光線路技術の研究開発を推進している。ここでは、①遠隔光路切替ノード・光分岐技術、②光提供機会の拡大に向けた路面敷設・簡易埋設技術、③空間分割多重 (SDM) 研究開発の状況について述べる。

光線路技術の研究開発の方向性

アクセス設備プロジェクト（A 設 P）とアクセス運用プロジェクトは光線路技術の設備と保守・運用技術の研究開発を両輪で進めており、IOWN の実現と持続的発展ならびに次世代光線路技術の革新を推進している。A 設 P では、AS 研の基本方針であるエクストリームな要件・サービスの多様化に柔軟に応える光線路設備技術の研究開発を担当している。

遠隔光路切替ノード・光分岐技術

AS 研では、IOWN 時代の新しいアクセス NW として、多段ループ型光アクセス網技術の検討を進めている。多段ループ型光アクセス網は、上位ループおよび下位ループで構成され、心線切替機能にてループ間の心線切替を実施する。

ビジネスユースに求められる高い信頼性と FTTH とは異なる心線発生需要に応える需要変動耐力を確保すると共に、通信ビルを経由しない P2P 接続を実現する高い光経路選択性を有している。

心線切替作業を遠隔制御できれば、作業員の稼働を削減することが可能となり、心線切替作業のスマート化につながる（図 1）。

その実現に向けて遠隔光路切替ノードの研究開発を進めており、要素技術として①ポート監視機能、②光クロスコネクト機能、③遠隔制御機能、の実現に取り組んでいる。①ポート監視機能は、心線切替に必須である、心線のつながり状態を可視化する機能である。②光クロスコネクト機能は、制御信号に基づいて所望の心線に接続を切り替える機能である。遠隔光路切替ノードへの給電が途絶えても経路を保持することが求められる。①②の制御は、③遠隔制御機能によって実行される。遠隔光路切替ノードは、マンホール内設置を想定しており、外部電源の獲得が困難であることから、所内からの光給電で駆動させる方式を検討している。光給電で獲得できる電力は mW 級の微小電力であることから、

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

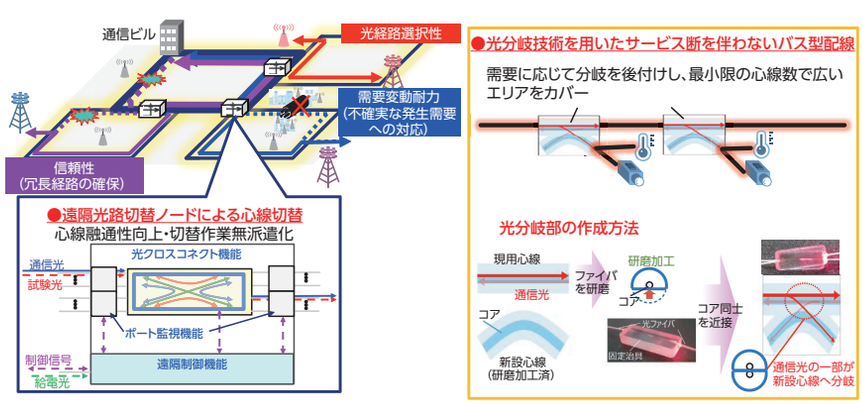

図 1　遠隔光路切替ノード・光分岐技術

①②の省電力化に加えて、③における回路の省電力化および同一上位ループに設置される複数の遠隔光路切替ノードを安定動作させるため、充電および①②制御の最適マネジメントが重要である。

次に、光分岐技術を用いたバス型配線について説明する。本技術の最大の特長は、現用線路上で通信断を起こすことなく、任意の場所で光分岐を後付けできる点である。

今後、大量に設置されることが想定されるIoTデバイス等は分散配置される可能性が高く、その場合、スプリッタによるデバイス等への心線提供よりバス型配線での心線提供が効率的である。光分岐技術をスプリッタの代わりに導入することによって、必要な場所に必要なパワーを提供できるようになる。光分岐技術については、パワー分岐のみならず、特定波長のみ分岐する方式も検討している。

光提供機会の拡大に向けた路面敷設・簡易埋設技術

5Gの普及にともない、光提供機会の拡大が想定されることから、経済的な光心線提供方法として、路面敷設・簡易埋設に適した光ケーブルおよび敷設・埋設技術を確立した。5Gの展開においては、都市部では4Gと比較してより多数かつ高密度な基地局設置が想定されることから、光引込設備として考慮していなかった街灯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、スマート農業実施エリアなど産業可能性が見込まれるエリアであれば、5G導入が考えられる。

但し、光未提供エリアへの光ケーブル敷設を行うためには、電柱等の光配線設備を整備する必要があり、莫大なコストと時間を要するため、経済的な光ケーブル敷設方法が求められる（図2）。

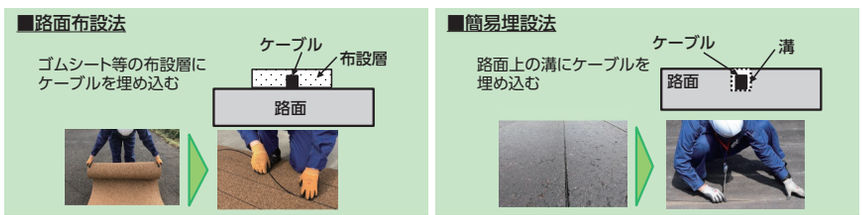

図2　路面敷設・簡易埋設技術

路面敷設法は、ゴムシート等の保護マットを路面に敷き、その中に光ケーブルを埋め込む敷設方法である。一方、簡易埋設法は、路面上に切り込みを入れ、その中に光ケーブルを埋設する手法である。路面敷設法・簡易埋設法を適用した光配線区間では、車両等による荷重の影響を考慮する必要があることから、両敷設法に適した光ケーブル構造を検討している。

SDM光ファイバ技術による大容量化

サービスの多様化･高度化に伴い、通信トラヒックは増加の一途を辿っており、IOWN構想が本格展開される2030年までには、基幹網における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100Tb/sを超えると想定されている。図3にSDMファイバの種類とSDMファイバによるアップグレードイメージを示す。SDMファイバは、1心のファイバに複数のコアを多重するマルチコアファイバと1心のファイバに複数のモードを多重するマルチモードファイバに大別され、1心の光ファイバに複数の空間チャネルを設定することで、空間チャネル数だけ伝送容量の増大が可能となる。更なる大容量化に向けては、超高密度SDM（マルチコア×マルチモード）ファイバも有効である。A設Pでは、マルチコア・マルチモード・非結合型・結合型と多様なSDMファイバを検討し、大容量化ニーズに持続的に応えていく。

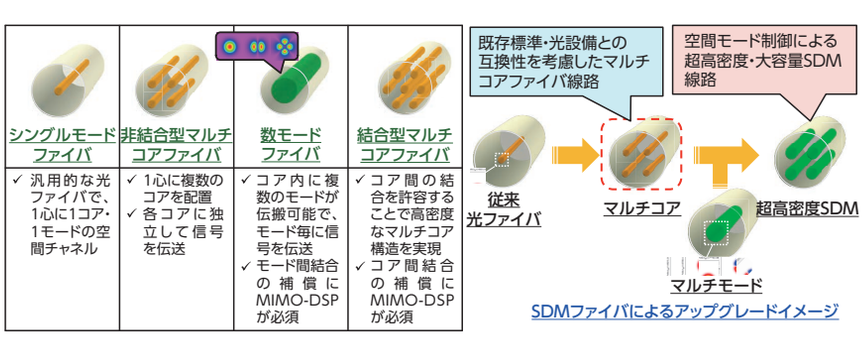

図3　SDMファイバによるアップグレードイメージ