

5 次世代を支える光ファイバケーブル技術

未来を見据え、持続発展可能な光線路技術を革新

NTT アクセスサービスシステム研究所（以下、AS研）アクセス設備プロジェクト（以下、A設P）は、光線路の設備に係る研究開発に取り組んでいる。本稿では、次世代の光線路に対するエクストリームな要件、サービスの多様化に応える技術及び評価実験等について紹介する。

超大容量伝送を支える空間分割多重光ファイバケーブル技術

サービスの多様化・高度化による通信トラフィックの増加が進展することを考えると、シングルモード光ファイバの伝送限界を超越する光ファイバが必要となる。また、IOWN 構想の実現に向けても、大容量光ファイバの実用化は必至の課題である。

このような背景の下、A設Pは空間分割多重（SDM）光ファイバケーブル技術の研究開発に取り組んでいる。SDM 光ファイバは、1心の光ファイバに複数の空間チャンネルを設定することで、空間チャンネル数だけ伝送容量の増大を可能にする。SDM 光ファイバには、1心に複数のコアを配置し各コアに独立して信

号を送る非結合型マルチコア光ファイバ、コア内に複数のモードを配置しモード毎に信号を送る数モード光ファイバ、コア間の結合を許容することで高密度なマルチコア構造を実現する結合型マルチコア光ファイバがある（図1）。数モード光ファイバ及び結合型マルチコア光ファイバの場合は、モード間、コア間の結合を補償するために多入力多出力信号の演算処理（MIMO-DSP）が必須となる。

A設PはSDM技術のアップグレードを図りながら、大容量化ニーズに持続的に応えていく方針だ。

以下に、SDM 光ファイバのケーブル実装に向けての評価実験及び実証実験について紹介する。

■標準クラッド径 MCF 光ケーブルのフィールド環境特性評価

既存標準との互換性を勘案した標準クラッド径 MCF のケーブル化工程間および環境における特性を明確化し、NTT 研究所内のとう道で約1年間の実環境評価を実施した。その結果、気温・湿度等の環境変化の影響を受けることなく標



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ー
片山 和典氏

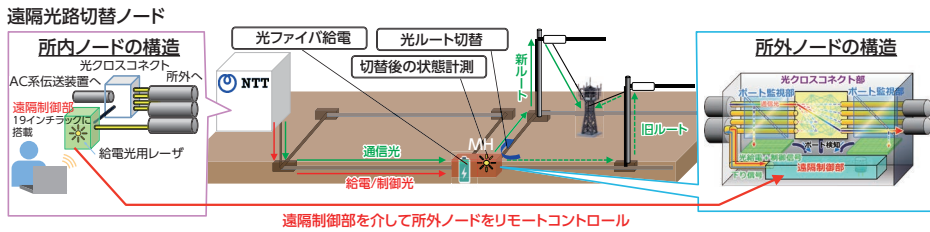
準クラッド径 MCF を実装した光ケーブル実用できることを確認した。今後はケーブル周辺技術と合わせた技術確立により実用化が期待される。

■モード間特性差補償デバイスの実証実験

モード多重光伝送路ではモード間で、減衰量の偏差や増幅効率の偏差が発生し、伝送品質の劣化につながる。そこで、伝送距離や増幅特性に応じた特性偏差の低減が不可欠となる。A設Pは、可変・低損失・小型の3要素を兼ね備えた光導波路デバイスを設計・試作し、特定モードの減衰量をヒーター制御で可変補償する技術を世界で初めて実証した。空間モードを活用した大容量光伝送路の構築に向けた要素技術の一つとして更なる研究の進展を図る。

シングルモードファイバ	非結合型マルチコアファイバ	数モードファイバ	結合型マルチコアファイバ
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 汎用的な光ファイバで、1心に1コア・1モードの空間チャンネル 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1心に複数のコアを配置 ✓ 各コアに独立して信号を送る 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ コア内に複数のモードが伝搬可能で、モード毎に信号を送る ✓ モード間結合の補償にMIMO-DSPが必須 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ コア間の結合を許容することで高密度なマルチコア構造を実現 ✓ コア間結合の補償にMIMO-DSPが必須

図1 SDM光ファイバ



遠隔制御部を介して所外ノードをリモートコントロール

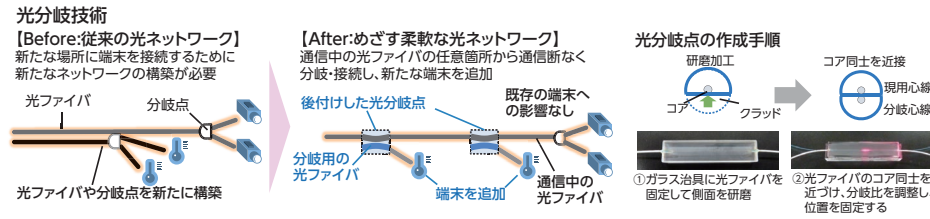


図2 遠隔光路切替ノード・光分岐技術

無派遣で心線切替可能な 遠隔光路切替ノード

A 設 P では、IOWN 時代の新しいアクセス NW を実現する遠隔光路切替ノード（図2）の研究開発を進めている。通信ビル内に設置する所内ノードと屋外に設置する所外ノードで構成され、所内外ノードが連携することで遠隔から光ファイバ経路を切り替えることが可能な本技術には、3つの要素技術（遠隔制御技術、光クロスコネクタ技術、ポート監視技術）がある。これまで各要素技術単体での検証等を進めてきたが、通信ビル内に設置するノードからこれらの連携動作を確認するフェーズとなり、一層の取り組みを進めている。

通信中の光ファイバを 通信遮断せずに分岐・ 接続できる光分岐技術

今後、センサなど多種多様な端末がネットワークへ接続されることが想定される。すると、必要な端末を必要な場所・タイミングで接続できる柔軟な光ネットワークが必要

になる。しかし、通信を遮断せずに通信中の光ファイバを後付けで分岐できない技術課題があった。

A 設 P は、この課題を解決するため、研磨加工を施した通信中の光ファイバとあらかじめ研磨した分岐用の光ファイバとのコア同士を近接させることで、通信信号を分岐用の光ファイバへ分岐させる光分岐技術に取り組んでおり、今後の研究開発の進展に期待が寄せられている（図2）。

環境負荷軽減に貢献する 光ケーブル技術

光ケーブルは、アクセス／中継、地下／架空等さまざまな適用領域で

使用され、適用領域に応じた特性を持たせている。例えば架空光ケーブルであれば、屋外の風や振動への耐性、生物被害への防護性が必要となる。また、地下光ケーブルであれば、地下の浸水に備えた防水性が必要となる。さらに地下中継光ケーブルであれば長距離伝送に適した低損失特性が必須だ。A 設 P は、こうした特徴を兼ね備えた光ケーブルを開発したうえで、光ケーブルの細径高密度化に取り組んでいる（図3）。

現在取り組みを推進している光ケーブルは現行の光ケーブルと比べ約35% CO₂ 排出量を削減できる見込みだ。片山氏は、次のように語っている。「当初は、コストパフォーマンスに主眼を置いて開発を進めていましたが、環境問題への意識の変化を受け、我々もできることから始めようという機運が高まりました。設備の有効利用、物品の経済化と安定調達、環境負荷の低減に貢献する光ケーブル技術で未来の社会に貢献したいと思います。」

先鋭技術に留まらず環境にも配慮した光ファイバの実装を目指して、A 設 P は未来を見据え、持続発展可能な光線路技術を革新していく。

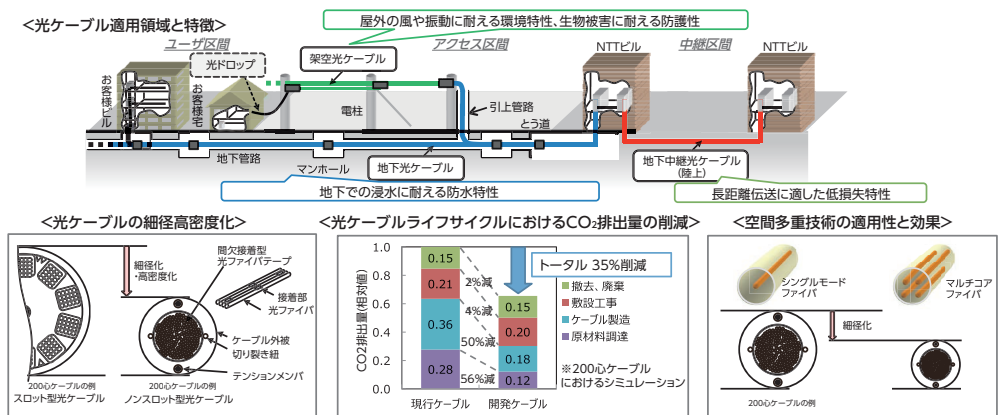


図3 光ケーブルの細径高密度化