

## 4 運用イノベーションの推進

# アクセス系業務の運用イノベーションと 新たな価値創造に向けた取り組み

NTT アクセスサービスシステム研究所（以下、AS研）では、デジタルトランスフォーメーションによるアクセス系業務の運用イノベーションを目指し、スマートエンジニアリング（設計／施工）やスマートメンテナンス（保守／運用）技術の研究開発を推進すると共に通信設備を活用した通信以外の分野への新たな価値創造にチャレンジしている。

### 既設通信用光ファイバケーブル網の活用と高感度な振動分布測定による光ファイバ環境モニタリング

通信用の既設光ファイバケーブル網をセンサとみなし、光ファイバに加わる振動を分布的に測定・センシングする技術（DAS：Distribution acoustic sensing）によって、光ファイバケーブル周辺で起こる様々な事象が発する振動を観測し、得られた振動データを解析して、光ケーブル周辺で生じた事象を推定する光ファイバ環境モニタリングの研究開発を進めている（図1）。

一般的に光ファイバを利用したセンシングでは、光ファイバをセンシングしたい対象に近接させて敷設する。しかし、環境モニタリングでは

既設光ファイバをセンサヘッドとして利用するため、測定しやすいように光ファイバを敷設することができず、加えて、光ファイバケーブルが内部の光ファイバを強固に保護する構造を持つこともあり、振動検出のためのセンサヘッドとしては検出感度の観点で不利である。そのような媒体をセンサヘッドとして用いるには、測定器側でのフォローが必要であり、より高感度な DAS 技術が求められる。従来の DAS 技術は一つの周波数を持った光パルスが光ファイバに入射して一度に一つの振動波形しか取得できない。一方、我々は複数の周波数を多重した（FDM：Frequency division multiplexing）パルス群を試験光として用いて一度に複数の波形を取得し、それらを適切に平均化することで、高感度に振動を測定可能な FDM-DAS 技術を提案している。現在は原理確認を終え、各要素技術を装置へ実装するための技術検討とユースケースの開拓を進めている。



アクセスサービスシステム研究所  
アクセス運用プロジェクト  
プロジェクトマネージャ 宝満 貞治 氏

### 光ファイバ環境モニタリングのユースケース実証

光ファイバ環境モニタリングの応用先としては、異常検知等による通信設備の運用効率化から、通信設備の周辺にある社会インフラ管理のスマート化、更には人流や交通流、騒音や工事振動等の都市環境の情報化などが挙げられる。本稿では、事例の一つとして、豪雪地域の道路除雪判断の取り組みについて述べる。

豪雪地域の除雪事業のDX化の試みとしては、他にカメラの画像解析やLiDARを用いた積雪量計測等があるが、機器メンテナンスや設置コスト上の課題がある。我々はメンテナンスフリーな既設の地下ケーブル

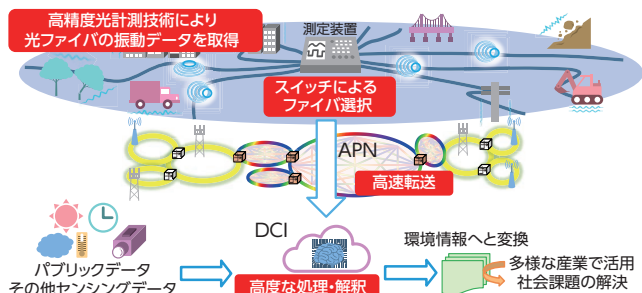


図1 光ファイバ環境モニタリング

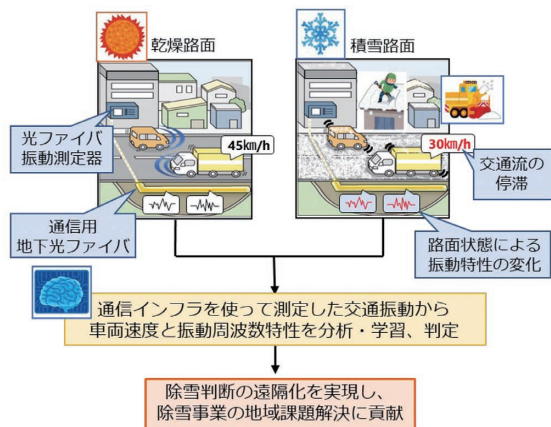


図2 光ファイバ環境モニタリングによる豪雪地域の道路除雪判断支援 (NTT 東日本株式会社、日本電気株式会社との共同実験)

に伝わる交通振動から除雪要否を判断する実証実験に世界で初めて成功した(図2)。振動データから車速と路面の凹凸や硬さ等で変化する周波数応答特性を分析し、これらの変化を機械学習モデルを用いて分類することで除雪要否判断の遠隔化による人的稼働の削減が期待できる。今後も社会課題解決に向け、外部パートナーと連携して実証を進めていく。

### 空間分割多重 (SDM) 光ファイバ伝送路評価技術の検討

現在広く使われているシングルモードファイバは1本の光ファイバに光の通り道が1つであった。将来的な通信量増大に対応する方法として、光の通り道であるコアを増やしたマルチコアファイバの研究開発を進めている。

マルチコアファイバで伝送可能な情報量を増加させるために多数のコアを設けると、コア間の距離が近くなりコア間の干渉が無視できなくなる。このコア間の干渉により、入力した信号は時間的に広がって出力される。この信号広がり(空間モード分散)が大きくなると伝送した信号を復元す

るためのデジタル信号処理の負荷が増大し消費電力増加につながることから、マルチコアファイバケーブルを屋外環境に伝送路として構築する際は、空間モード分散が規定の範囲内であるか試験する必要がある。

最大数十 km 離れた光ケーブルの両端に作業者を派遣して試験することは、稼働やコスト面で非効率的であるため、一端から試験

を完結できることが望まれる。そこで我々は光ケーブルの一端から空間モード分散を測定する方法を研究している。具体的には、マルチコアファイバに試験光を入射し、その遠端から反射される光を測定・解析することで、一端から空間モード分散を測定する方法の原理確認を進めている。

### 最新の構造解析技術を活用した新たな所外設備

災害激甚化や 5G や 6G 展開に伴う電柱の基地局化など、架空構造物に対して新たな要件が求められることが想定される。そのため、最新の構造解析技術の活用と実験を重ねながら、環境に合わせた最適で高寿命、かつ強度を担保した設備を創出することにチャレンジしている。

構造解析技術の活用において、既存設備を対象に構造解析を行い、実測と計算結果が合致すること、また、解析技術が適用できることを確認し、次に、現在開発中の地際補強工法部材及び新素材電柱への適用を検討した。

腐食した鋼管柱の更改工事において、ケーブル等を架渉したまま建替えをせずに元位置で完結する地際補強工法では、曲げ破断強度の実験値と解析値を比較し、概ね一致することを確認。また、実験で作成した同一補強部材が全ての鋼管柱へ適用出来るか解析し、適用が不可となる鋼管柱に対しては、補強部材の再設計を行った。

また、コンクリートや鉄鋼とは異なる新しい素材を活用した軽量かつ鋼管柱と同等以上の強度を実現する新素材電柱では、素材の巻き方による変位抑制効果を検討し、基準となるヤング率を導出することで、軽量性を担保しつつ変位抑制が可能な断面寸法を具体化した。

このように構造解析技術が既存設備だけでなく新たな構造や材料に対しても有効であることから、自然災害にも耐える強靱な設備、高度なスキルが不要な施工しやすい設備、IOWNを支える設備といった多面的な観点から最適な架空構造物を検討・設計していく。

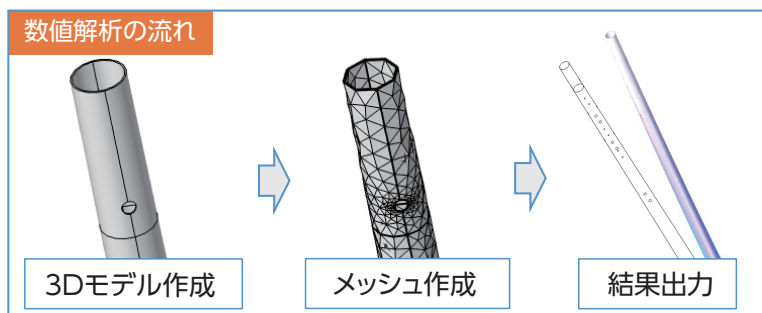


図3 数値解析による曲げ応力計算の例