

7 APN を支える光アクセスシステム技術

低遅延・省電力に資する新たな 光アクセスシステム技術

NTT 研究所はデータ量の増加、消費電力の増加、ネットワーク（以下、NW）遅延抑制といった課題の克服に取り組んでいる。そのために必要となる光アクセス基盤の研究開発を行う NTT アクセスサービスシステム研究所（以下、AS 研）光アクセス基盤プロジェクト（以下、A 基 P）から、NW の低遅延・省電力に資する技術を中心に紹介する。

低遅延化に対する高い期待

IOWN 構想の実現に向けさまざまな企業が議論を行う IOWN Global Forum（以下、IOWN GF）では、非常に高精細な映像や知覚表示、伝達を可能にする「人の認知を超えた能力をナチュラルに提供する」ことを目指し、そのために必要となる NW や計算資源、デバイスについて議論している。

IOWN GF では、大量のカメラやセンサから得られるデータをリアルタイムに収集し、未来予測や自律制御を行うサイバーフィジカルシステムや、労働人口減少への対応という観点からも期待が高い遠隔操作や XR ナビゲーションなど、没入感を高め人の認知を拡張するユースケースが例示されている。

こうしたユースケースで重要となるのが低遅延かつ安定した NW だ。たとえば日本外科学会が策定した遠隔手術のガイドラインでも通信環境の低遅延と安定が要件として示されており、それを実現する NW への期待は高い。

低遅延を実現する NW 技術

IOWN の 1 構成要素として議論されている APN（All Photonics Network）は、光ファイバ通信の特性を活かした安定した低遅延性を提供できると期待されている。しかし実際にユーザが必要とする精度の高い遠隔操作を実現するには、情報の伝達における遅延の抑制だけでなく、情報の入力・処理・出力に要する時間やそのサイクル全体を低遅延化すること、またそのサイクルの様々な箇所が発生しうる障害においても円滑なユーザ操作が継続できる仕組みが必要だ。

そこで A 基 P では低遅延 FDN（Functional Dedicated Network）という NW 構成技術を提案し、研究開発に取り組んでいる。低遅延 FDN は昨年のつくばフォーラムで紹介済みだが、現在その中の「NW・サービスに生じる変化に即応する機能」、「エッジ処理用の計算資源の高速な割り当てや入れ替えを行う機能」の具体



NTT アクセスサービスシステム研究所
光アクセス基盤プロジェクト
プロジェクトマネージャ
吉田 智暁氏

化を進めている（図 1）。これにより、光区間、エッジ処理を含め、遠隔操作システム全体で低遅延・低ジッタの NW を安定して提供することが可

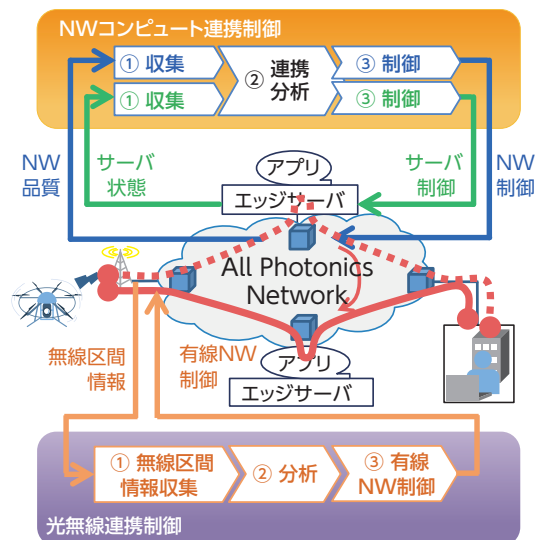


図 1 エッジ処理を含めた低遅延化

能になる。“つくばフォーラム 2023”では、NW 品質やエッジサーバの状態を収集・分析し、状況に応じてNWとサーバを制御することで、遠隔操作全体の低遅延化と高い安定性を実現できるデモを行う予定である。

もう1つの低遅延技術として、工場内の複数のロボットを安定かつ低遅延に制御する用途を想定した技術を紹介する。ユーザの近傍に配置する MEC (Multi-access Edge Computing) と多数の端末との間のミッションクリティカルなデータ転送に TAS (Time Aware Shaper) 技術を活用する。TAS は元々非常に厳しい遅延要件の通信を調停、多重するためのトラフィック制御技術だが、A 基 P ではこれを複数のスイッチ間、すなわち NW 全体で連携制御を行う仕組みを研究開発しており、この技術によって工場内のあらゆる端末と MEC 間の制御メッセージの低遅延性を確保することができる。

光給電 ONU

山岳や海などでの観測、またダムなどの設備の監視といった、ルーラルエリア、無人環境でのデータ収集を IoT が担うというユースケースは有望と考えられている。しかしそうしたエリアでは電力線による電力供給すら難しいケースがある。これまで太陽電池や、エネルギーハーベスティング技術、LPWA (Low Power Wide Area) などを活用する IoT 機器が提案されてきたが、まだ課題も多い。

太陽電池やエネルギーハーベスティング技術は電力源として安定性に欠け、LPWA も地形や気象、植生により伝搬距離に制限、変化が生じるた

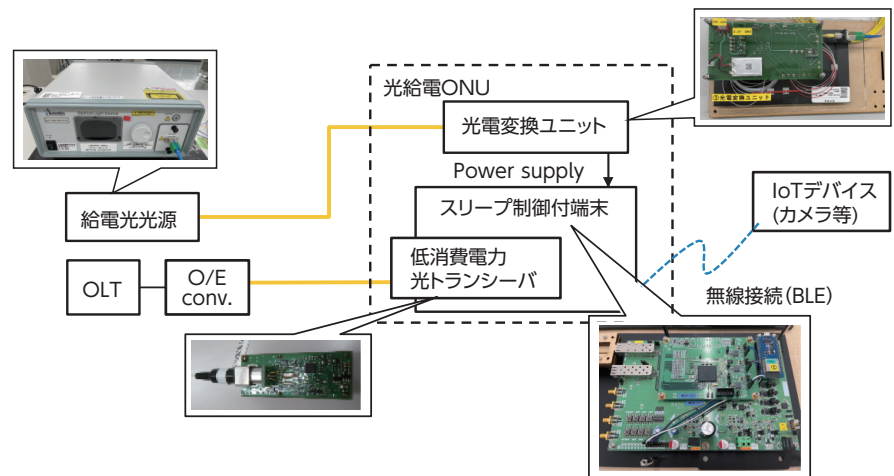


図2 光給電 ONU の構成

め、より安定した電源によるアクセスポイントの確保が求められる。そこで A 基 P では、光ファイバによる通信の光エネルギーを利用して IoT 通信を可能にする『光給電 ONU』の研究開発に取り組んでいる (図 2)。

今回、低消費電力で動作する光トランシーバを試作し、通信が不要なときには ONU をスリープさせて平均消費電力を徹底的に抑制し、その間に光電変換ユニットで受信した電力光で充電する仕組みを搭載して実証を行った。つくばフォーラム 2023 においてこの光給電 ONU のデモを行う予定である。

Photonic Gateway の研究開発動向

A 基 P は従来より、端末をフルメッシュかつ End-to-End で接続し、中継に電気処理を極力用いない光パスによる大容量、低遅延の伝送を可能にする APN において、アクセスノードに配備してユーザ装置を収容する際に必要な機能を提供する Photonic Gateway (以下、Ph-GW) を提唱・研究開発している。Ph-GW は、光技術を活用した①遠隔波長設定、②集線・

分配、③通過・停止、④折返し、⑤取り出し・挿入、の各機能で構成され、ユーザが通信プロトコルを意識せずに End-to-End の主信号の開通・停止を提供する。A 基 P では、この 5 つの機能を実現可能であることを実証している。また、Ph-GW を構成するこれらの機能ブロック群を IOWN GF において提案し、APN-G として合意されている。特に、前述の②、③、⑤の機能については既存の光伝送装置である ROADM (Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) の機能を拡張して実現することが可能であり、Open ROADM MSA において検討を開始した。

「つくばフォーラム 2023 では APN-G のプロトタイプが展示される予定ですが、他にも実現途上である遠隔監視制御や APN 端末の小型化、低コスト化など課題はまだあり、Ph-GW の研究開発として継続して取り組んでいきます。APN は、まずその良さを知っていただくために、使える技術をいち早く体験いただきつつ、研究開発を続けて順次機能拡充を提案、実現していきたいと考えています。」(吉田氏)