

光ネットワークのレジリエンシー高度化技術の研究開発

■概要■

広域光ネットワークでの大災害等によって引き起こされる深刻な輻輳（ネットワークの混雑）に対して、既存の種々の対策が必要となる通信リソースを柔軟に割り当てるため、波長領域及び時間領域の動的な変更を可能とする弾力的なスイッチング方式の実現に向けて基盤となるサブシステム技術の研究開発を進めた。また、光ファイバ通信が断絶した被災地域近傍に、迅速に光ネットワークを応急復旧する強力な支援ツールを用いた制御系の自律回復や、通信キャリア間の相互融通を想定した実証実験に取り組んだ。

■平成29年度の成果

1. 弾力的光スイッチング基盤技術の研究開発

ダイナミックな制御を瞬時に行うハードウェアサブシステム基盤技術の研究開発として、光信号モニタリングサブシステム及び制御サブシステムなどを組み合わせるとともに、リンク障害時の光パスの時間軸・波長軸のダイナミックな挙動に対して、バーストモード光増幅器により強度変動を抑制し、光パスの超高速切替が可能であ

ることを世界で初めて実証した。具体的には4波長の波長パス切替に要する時間を、従来技術の36秒から0.2秒に短縮したことで、迅速なネットワーク構成変更が可能となった。

また、弾力的ネットワークでは光パスと光パケットの併用を想定しているが、複数のノード間の連携によって光パケットオフローディング制御機構を実装及び性能検証を行った。当該機構においては、エッジ間光パケットオフローディングのフローを設立が可能であり、巨大なパケットトラフィックを衝突なしに迅速に転送することが可能となった。また、仮に光パケットスイッチが損壊したノードがあった場合、スムーズにバイパスしてネットワークとしての光パケット転送機能を維持する機能も実証した。さらに、ユーザ（ホスト）の要求に応じ、ネットワークリソースの動的なスライスも同制御機構で管理することが可能であるため、様々な障害局面においてこのような実装形態が有効であることがわかった（図1）。

2. 光ネットワークの応急復旧基盤技術の研究開発

平時の光ネットワークでは、制御用の信号も接続され

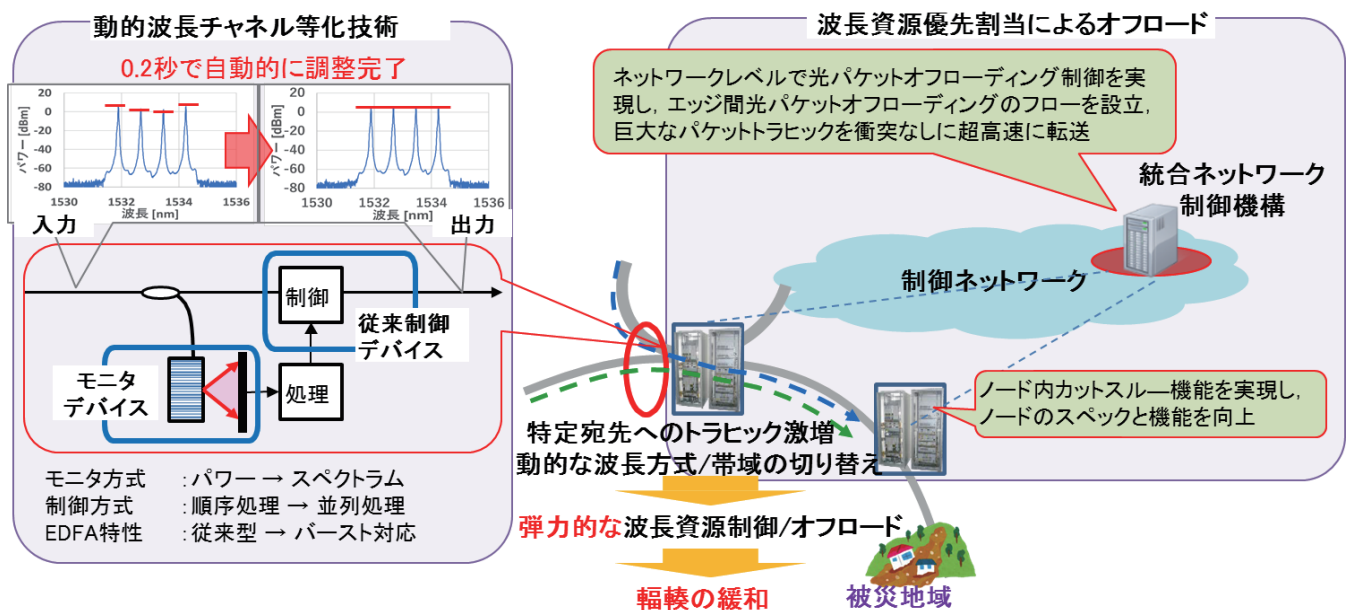


図1 弾力的光スイッチング基盤技術の主な成果
左：高速波長パス切替機能の実現、右：光パケットオフロード技術

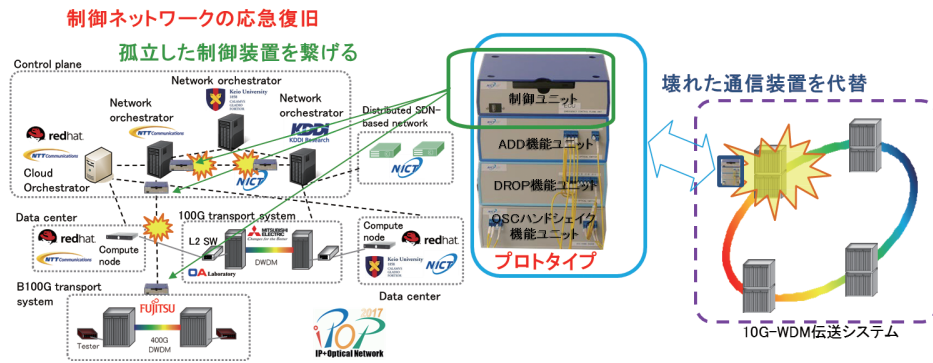


図2 自律分散情報収集機能を実装した小型光ハブによる連携実験 (iPOP2017 ショーケースデモ)

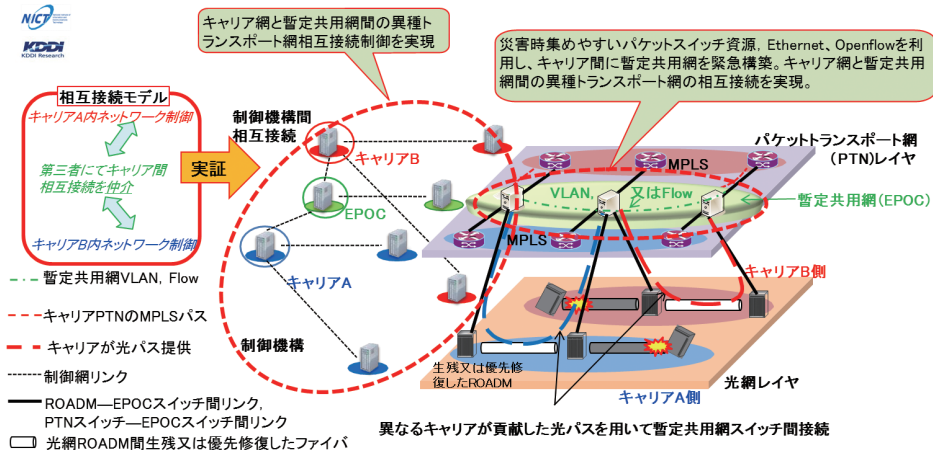


図3 暫定共用網 (EPOC) を介したキャリア間相互接続実証実験

た光ファイバを介してやりとりをするため、物理的にネットワーク設備が損壊した場合には、ネットワークの被害状況の把握も困難である。このような想定に対して、光ファイバ接続に限定せず、モバイル通信回線や衛星回線など多種多様な手段を通じて、情報サーバに損壊・生残資源の情報収集機構及び管理・分析機構を実装し、機能検証を行った。従来、正規の復旧手順では手動・人力で確認作業を行っているところであるが、このような分散型自律情報収集機能は様々な局面で応急復旧作業に資するとともに、復旧プラン策定の強力な情報源となり得る。

また、この情報収集機構を前年度開発した小型光ハブにインストールし、商用のLTE回線を経由して擬似的に発生させた災害障害情報を自動的に収集し、制御系のネットワークを自律的に構成して、孤立した各通信ノードを再接続する実証実験を行った。さらに、同等の装置を用い、国際会議iPOP2017にて通信キャリア、ベンダ、大学との共同事業として実施されたショーケースデモの一部の機能として利用され、有効性を検証した (図2)。

並行して、データ層ネットワークの応急復旧手法として、異なる通信キャリア間でのリソースの相互融通の有効性について、これまで数値シミュレーションを中心に

検討してきたが、平成29年度は擬似的な光ネットワークを構成し、それぞれの通信キャリアがお互いのトポロジー情報などを秘匿したままで、光パスの相互乗り入れを実現するような制御機構を実装して、初めて原理実証に成功した。このような動作を実現するために仲介となる小規模の光ネットワーク (暫定共用網: EPOC) に波長多重システムを組み込み、イーサネット-光トランシーバーイーサネットの相互変換をしつつ、擬似的に異なるキャリアセグメント同士は直接トポロジー情報をやりとりしなくても、データプレーンの再設立ができることを実証した (図3)。

一方で、前中長期計画において原理実証した異種ベンダ光装置の相互接続技術の発展形として、これらの光通信装置の新しいモデル化手法を提案し、これに基づいた制御機構の実装と実証実験を行った。従来の商用ROADM (普及している波長多重光スイッチシステム) は複雑な内部構造をもつオールインワン型が一般的であるが、本制御機構では、それら既存装置と並行して近年の実装形態のトレンドとなっているオープン化された各サブシステムも同時に取り扱うことが可能であり、統一的なモデルで新旧混在した設備環境においても実効性を発揮することができる。