

### 3.11.1 耐災害 ICT 研究センター ロバストネットワーク基盤研究室

室長（兼務） 淡路祥成

#### 光ネットワークのレジリエンシー向上に向けた取組

##### 【概要】

光ファイバネットワークは今日の情報通信社会を支える不可欠なインフラのひとつであり、大規模災害発生時には機能継続と速やかな復旧が求められる。損壊箇所を再構築する復旧活動の一方で、機能喪失を最小限にとどめるネットワーク自身の耐久性、さらに、応急措置による光ネットワークの暫定回復の重要性が高まっている。平成 27 年度までの第 3 期中長期計画の中で、前者に関しては、次世代の通信方式として研究開発が進められている光パケット交換方式によって、予め耐災害機能をビルトインすることで将来の光ネットワークをより強靱にするための原理実証を行い、後者に関しては、ハードウェアからソフトウェアまで階層的な関連技術の研究開発を進めた（図 1）。今後、これらの実証成果を実用化導入につなげるため、産学官が緊密に連携した継続的な取組が望まれる。

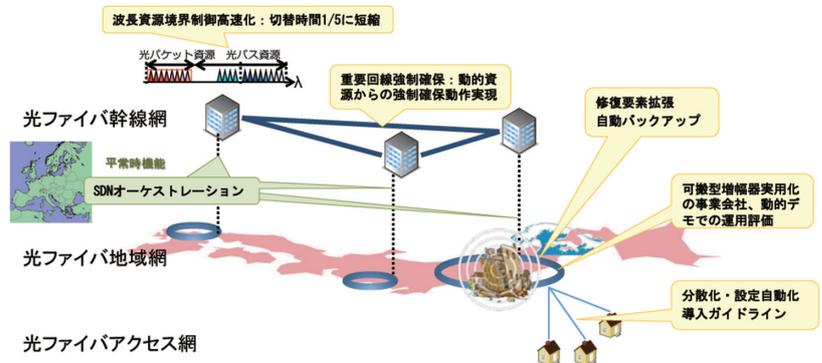


図 1 ロバストネットワーク基盤研究室における光ネットワークのレジリエンシー向上の取組概要

##### 【平成 27 年度の成果】

光ファイバ幹線網などの広域ネットワークにおいて、被災地域でのネットワーク設備の損壊や、通信リクエストの急増により輻輳が発生する問題に対して、これまでに光パケット交換と光パス交換の波長資源の動的な制御によって輻輳を大幅に低減できることを原理的に実証していたが、本年度は動的な波長領域の切替え動作を大幅に短縮するためのハードウェア及び制御機構の開発を行い、具体的には 4 波長の動的資源の切替え時において、既存の装置を使った場合に比べて、切替え時間を 135 秒から 27 秒へとほぼ 1/5 に短縮することに成功した。また、大災害発生時などの緊急動作においては輻輳の低減と同時に、重要回線などの優先的な通信チャネルを確保することも求められるが、図 2 の光パケット・光パス統合ネットワーク方式において、動的波長資源の中に優先回線を強制的に確保するために、クライアントネットワーク（もしくはエッジノード）に設置された Open Flow コントローラによる制御機構を実装し、動作検証に成功した。

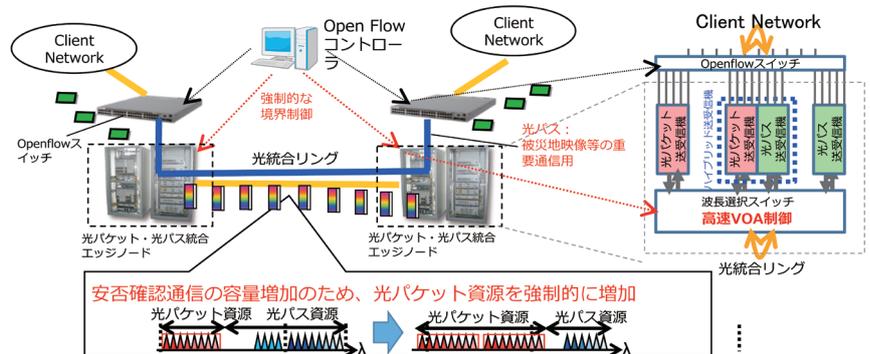


図 2 光パケット・光パス統合ネットワークによる輻輳回避高度化

冗長化にて制御プレーン自動制御範囲を拡大、制御プレーン自動再設定方法・制御機構を高度化→ 制御機能の早急復旧

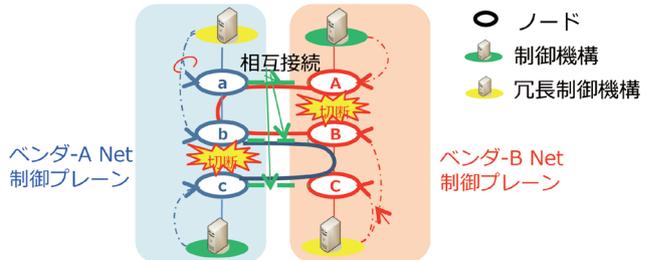


図 3 光ネットワーク応急復旧手法の高度化

応急復旧による暫定的な光ネットワーク設立の手法に関しては、これまで異種ベンダの ROADM 相互接続の原理実証を達成したところであるが、平成 27 年度はノード障害情報及び修復コストを考慮した相互接続点

の最適化と制御方式の高度化を行った(図3)。具体的には、ROADM以外のネットワーク構成要素として、光クロスコネクタ、及び光リンク再設立用の可搬型EDFA(後述)などを取り扱えるように制御システムを拡張した。光クロスコネクタを構成要素とすることで、災害復旧のみならずデータセンターネットワークに同様の最適化手法を導入できることの効果を、シミュレーションによって確認した。さらに、制御プレーン自身の損壊に備えて、冗長化された制御レイヤーによる自動バックアップ機能の研究開発を進め、ネットワーク制御プレーンの自動再設立機能を実現したことで、従来技術よりも制御機能の早期復旧が可能となった。

論理ネットワークに接続された機器のアドレス割当を階層化することで、高速かつ自動的に論理ネットワークを復旧するNICT初の技術HANAの災害応用として、分散型SDN(ソフトウェア制御ネットワーク)への拡張及び自動リナンバリング機能の実装と検証を行った(図4)。災害発生直後の暫定的なネットワークの復旧動作だけでなく、完全な復興に至る段階的なネットワークの再設立・合併などをスムーズに行うマイグレーション技術を開発・検証した。HANAの運用想定として次世代の光ネットワークに適用すべく、上記の光パケット交換も協調動作する実証研究を行うため、光パケット・光パス統合ネットワークテストベッドにおいて経路制御連携機構を実装し、光パケットと既存の電気信号のパケットが混在するネットワークでも論理ネットワークの自動再設立が可能であることを実証した。併せて、災害復旧に適したHANA運用のガイドラインを作成した。

倒壊局舎をバイパスした生残光ファイバの再接続や、迂回路設定に有効な中継増幅機能を携帯可能な軽量パッケージに実装した可搬型EDFA(エルビウム添加ファイバ増幅器)は、初代プロトタイプの実験評価実績を踏まえて、マンホールなどの実際の敷設想定箇所での長期運用を踏まえた新型のパッケージを実装した(図5)。

また、光パケット・光パス統合ネットワークの機能を活用して、最新のネットワークオーケストレーションの実証実験を行う、日欧連携プロジェクトSTRAUSSの最終実験(図6)に参画し、仙台のテストベッド拠点と欧州の複数拠点を接続したSDNオーケストレーション実験に成功し、北米のトップカンファレンスOFC2016で最難関セッションに採択された。

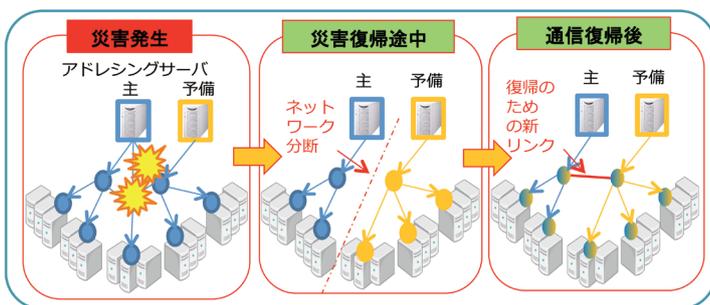


図4 分散型SDNによるアドレス割当段階的移行

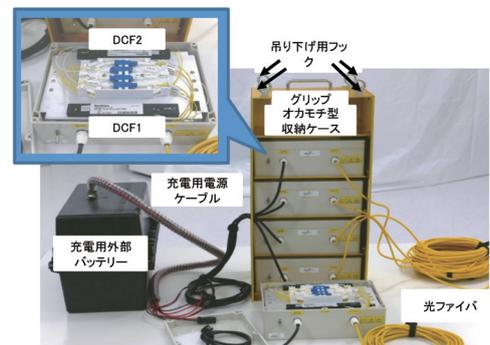


図5 可搬型EDFA 2号機

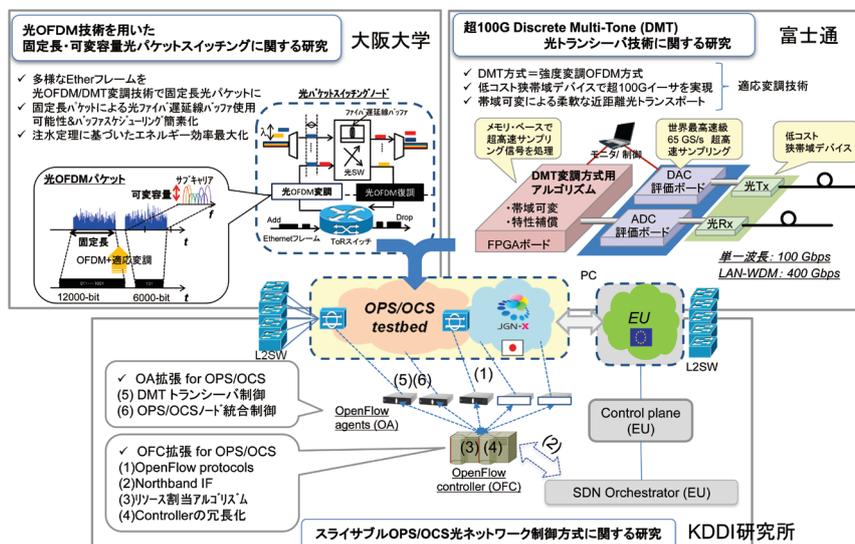


図6 STRAUSS 最終実験