

3.2.3 光ネットワーク研究所 ネットワークアーキテクチャ研究室

室長 原井洋明 ほか 15 名

設計から実証へ：2020 年の未来社会を支える新世代ネットワーク

【概要】

基幹からアクセスまで一体となった新世代トランスポートネットワークの確立とその展開を行う(図1)。サービス多様化やエネルギーの効率的利用に資するため、光パケットと光パスを統合的に扱える光ネットワークのアーキテクチャを確立し、研究開発テストベッドを活用した実証等を進める。利用者の利便性、省エネルギー化の実現、信頼性の向上等を目指して、通信データの集中による過負荷や機器故障等によるネットワークの通信障害等に備え、複数の通信経路を設けるマルチホームネットワーク構成と管理の簡素化及び自動化、異種通信のサポートにより、信頼性を向上する高可用ネットワークを実現する。

平成 25 年度は、

- (1) 光パケット・光パスネットワークサービス基盤技術について、光パケット・光パス統合ネットワークの基本アーキテクチャ構成技術として、光パケットヘッダ処理、障害対応処理、ネットワーク管理等の開発を進める。
- (2) 高可用ネットワークの自律管理機構について、管理機構の設置場所を変更する際の処理を安全迅速に行う機構や、輻輳や機器故障において端末が経路をすばやく変更する機構の開発等、ネットワークシステム可用性向上のための開発を行う。

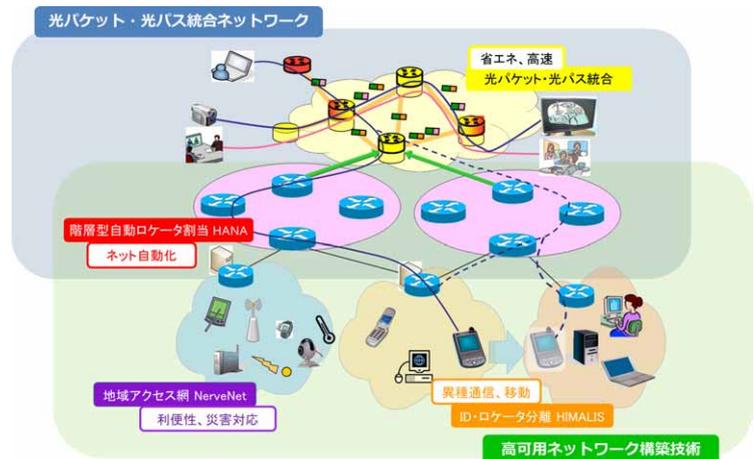


図1 ネットワーク全体像

【平成 25 年度の成果】

(1) 光パケット・光パスネットワークサービス基盤技術の研究開発

- 産学官連携により、従来技術による LSI(TCAM: Ternary Content Addressable Memory) と同一条件で比較し、わずか 5% の消費電力で動作する宛先検索エンジン LSI を組み込んだ省電力 100Gbps 光パケットヘッダ最長一致検索宛先処理機構と、10dB の光パケット間レベル変動を安定化する光レベル調整アンプ、性能情報収集システム、管理システムを用いた光パケット・光パスネットワークシステム動作実証に成功(図2)、光パケット交換ネットワークの実用化に向けた運用性能を大幅に向上させた。
- 10 ギガイーサネット 12 ポートと世界唯一の 100 ギガ光パケットインターフェイスを持つレイヤ 3 スイッチ(図3)を開発し、光パケット・光パス統合ノード装置に組み込み、アクセスネットワークからの大量データを容易に処理できるようにした。
- 光パケット・光パス統合ノード装置から光パケット・光パス統合ネットワーク管理システムへ障害情報を自動で通知する仕組みを実装し、産学官連携研究により、管理システム上で障害情報を可視化し、従来は約 10 分要した障害検知を約 30 秒に削減、迅速な検知を可能とした。
- 光パケットバッファに加えて、電子パケットバッファを補助的に用いる光・電子混合バッファを設計した。電子バッファのみと比較し消費電力を最大約 60% 削減し、光バッファのみと比べ最大約 1.6 倍の転送能力向上を得られることを確認した。
- 光パスの使用状況に適応して光パケットと光パスの

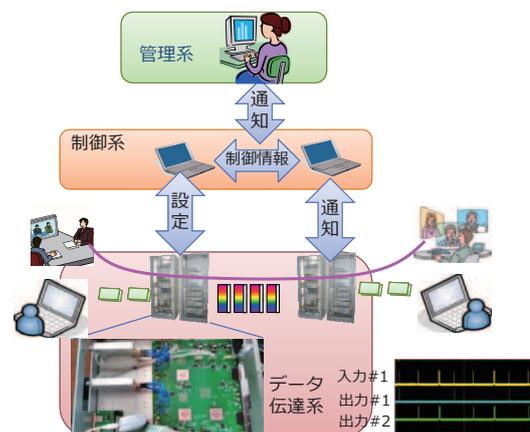


図2 複数機構連携実験概略

波長資源量を動的に調整する自律分散型境界制御機構により、光スイッチ等の光ハードウェアの再構成も含めた各リンクの自動境界制御を5分以内に実施し、光パケット資源量及び光パス資源量の変更が行われることを実証した (ECOC 2013 発表、Optics Express 掲載)。

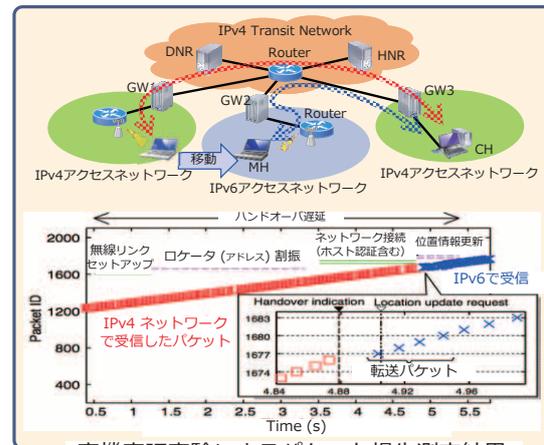
- 従来規模の2倍を超えた7パケット分の光バッファを光パケット・光パス統合ノード装置に実装し、パケット長の異なる様々なトラフィックパターンに対してパケットロスが規格で定められている 10^{-4} 以下の良好な光バッファリング動作を世界で初めて実証した (OFC 2014 発表)。



図3 光パケットポート付きレイヤ3スイッチ

(2) 高可用ネットワークの自律管理機構の研究開発

- NICTがエディタを務めるなどで主導したID・ロケータ分離技術に関するITU-T勧告Y.3032が平成26年1月に成立した。Y.3032遵守のID・ロケータ分離機構(HIMALIS: Heterogeneity Inclusion and Mobility Adaptation through Locator ID Separation)を拡張し、障害自動検知による経路変更や、異なるネットワークへ端末が移動した際のパケット損失の無いハンドオーバ(図4)を実証した。また、端末同時移動の際の通信オーバーヘッド低減を可能とするマスマビリティ機能を設計した。



実機実証実験によるパケット損失測定結果

図4 パケット損失の無いハンドオーバ

- 既存のTCP/IPアプリケーションでY.3032準拠のID通信対応を可能とするミドルウェアを開発した。ミドルウェアを介しても通信性能は良好で、Y.3032対応が簡単に実施できることを示した。名前解決システム(インターネットのDNS: Domain Name Systemや、HIMALISにおけるDNR/HNR: Domain Name Registry/Host Name Registry)の設置場所変更に伴うIPアドレスのリナンバリング時のキャッシュ効率化手法を提案し、DNSに実装した。これにより柔軟なネットワーク設計ができ、DNSの管理トラフィックを20%削減できる。また、インターネットトップドメイン(.comや.jp等)への管理トラフィックが削減され、インターネット全体の安定化に寄与するとともに、単純計算で装置コストも20%削減できる効果も得られる。
- 階層型自動アドレス構成機構(HANA: Hierarchical Automatic Number Allocation)対応の省スペースレイヤ3スイッチ(図5)を開発し、NICT内ネットワークへの部分導入を開始した。
- HANAを用いて構築したネットワークにおいて、災害時に被災地とバックボーンネットワークのノードとの間の回線が断絶し、別のノードに回線を繋ぎ直した場合、被災地のネットワークにHANAが提供するIPアドレス空間を概ね60秒で再配布できることをNICTの耐災害ICT研究テストベッドで実証し、実証結果速報をITU-Tの災害ワークショップにて紹介した。
- 災害等で地域ネットワークのノード(無線基地局など)が被災した場合に、迂回経路を作成する分散経路制御のソフトウェアを開発し、NICTのエミュレーション基盤StarBED³で2,500ノード超広帯域アドホック網の検証を実施し、安定したデータ転送を確認した。



図5 HANA付きレイヤ3スイッチ