

### 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

研究室長 原井洋明 ほか 18 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24年度は、

- (1) 光パケット・光パス統合ネットワーク構成技術について、光パケットバッファ開発に着手し、省エネ化のための高速パケットヘッダ処理機構、自律分散型光パス制御機構及び波長資源調整機構を開発する。加えて、光統合ネットワークの信頼性向上のために、制御信号損失や経路障害による光パスネットワークの異常状態の早期解消技術を検討する。
- (2) 高可用ネットワークの管理制御技術について、マルチホームネットワークを構成する技術を開発するとともに、通信障害を検知し、素早く他方の通信回線でデータを送る安全で安定した通信を図る技術を設定し、実装する。そして、技術の向上と普及を目的に、誰もが簡単に検証可能なマルチホームネットワークシミュレータを開発する。

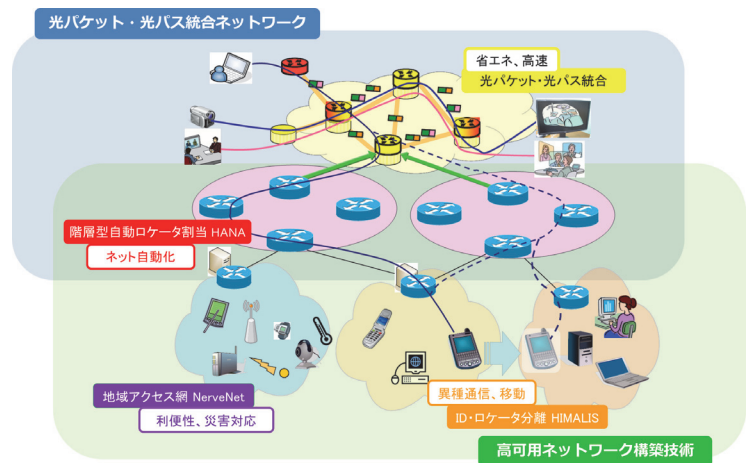


図1 ネットワーク全体像

##### 【平成24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

- 最大3パケットまで保持できる光バッファを開発し、光パケット・光パス統合ノード装置に組み込み、世界初の光パケットダブルリングネットワーク化に成功した。本装置を用いて、5ノードで光パケット交換し、計244km転送する実験（図2）でパケット誤り率  $10^{-4}$  以下の性能を達成した。
- JGN-Xの東京大手町と小金井間を利用し、光パケット・光パス統合ネットワークのテストベッドを構築し、6月に開催された Interop Tokyo 2012 及び11月の NICT オープンハウス 2012 で動態展示を実施した。また、このテストベッドからインターネットアクセスができるようにして研究室のメンバが利用、光システムの安定性やネットワーク適応性をアピールした。
- 階層型ロケータ自動割当機構 HANA のアドレス構造に適用できる光パケット交換ネットワークの光パ

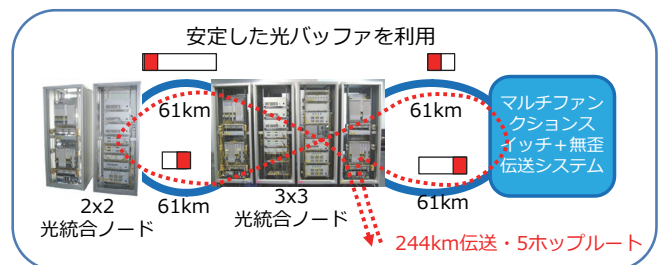


図2 244km ダブルリング転送実験構成

ケットヘッダ処理装置を開発し、研究委託先が開発した従来技術の 1/20 以下の低消費電力で動作するメモリを組みこんでの検索処理に成功した。

- 光パケットと光パスの波長資源を自動調整する波長資源調整機構において、過剰な資源変動を抑制し経路制御や経路計算の負荷を低減する時系列情報を用いた自動境界制御アルゴリズムを設計した。
- 光パスネットワーク異常状態の早期解消技術として、光パケット・光パス統合ノード装置からの障害自動通知を受け、ユーザが自ら Web で経路設定、障害パスの削除や障害情報を管理することが可能な光パス制御機構システムを提案し実装した。

## (2) 高可用ネットワークの自律管理機構の研究開発

- 従来のネットワークアドレスを ID (識別番号) とロケータ (位置番号) とに分離する ID・ロケータ分離構造のネットワークとして提唱している HIMALIS アーキテクチャのセキュリティ強化として、共通の階層型信頼認証構造を用いる方式の設計と実装開発を行った。また、HIMALIS 端末がマルチホーム接続している場合、複数の経路から適切な経路を選択できる機能も実装した。標準化活動では、ITU-T SG13 においてコエディタとして主導し、Y.3031 の勧告化を達成し、1 件の勧告作業を実施した。
- HIMALIS と HANA の名前・ロケータ割当機構と名前解決等の制御プレーンを統合し、統一的なシステムとして運用できる基盤を実装した。Interop Tokyo 2012 では、可搬型無線基地局も合わせたネットワークを構築し、デモ展示 (図 3) を行い、新世代ネットワークの方向性をアピールした。また、国内 ISP の先端オペレータが集結する「JANOG 第 31 回会合」会場のアクセス回線に HANA を提供し、通常復旧まで数分を要する回線断でも HANA では 7 秒程度で復旧することを検証し、実用に耐え得ることを示した。

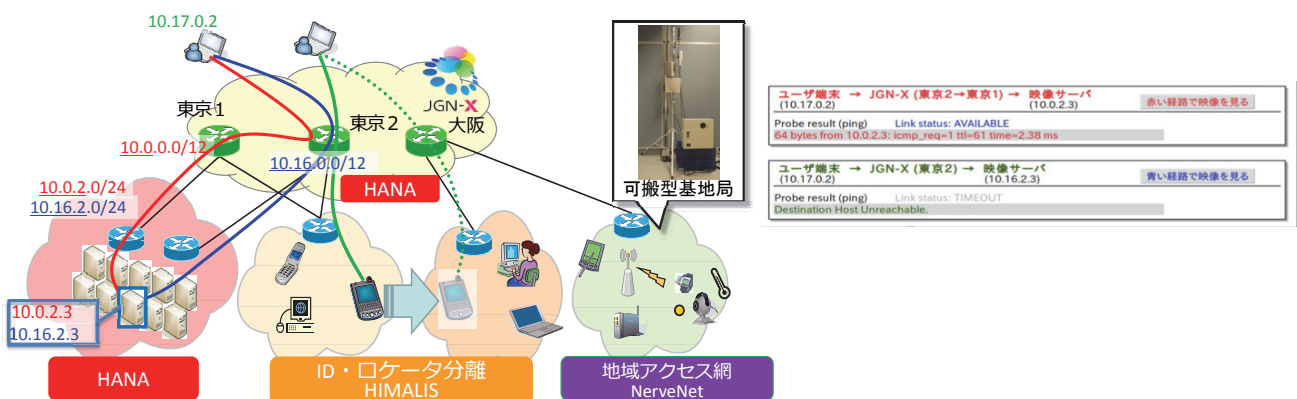


図 3 Interop Tokyo 2012 におけるデモ展示全体図 (左) とマルチホーム経路 (右)

- ネットワークや端末の位置に依存しないで、分散的かつ安全に相互認証するフレームワーク PDAF を提案し、そのソフトウェアを Linux 上と Android 上に実装した。WiFi 通信できるユーザ移動端末の可搬型基地局への接続では、ネットワークの構成や混雑に依存せず 30 ミリ秒程度で端末の認証を可能とした。
- テストベッド JGN-X でマルチホーム型ネットワークを構築するために、JGN-X の国内仮想 IP ルータ 8 台に HANA 機能を移植し HANA ルータとし、それらを相互接続した基幹ネットワークを構築した。一部には複数の HANA ルータにマルチホーム接続するアクセス網を構築した。
- HANA や HIMALIS の技術のさらなる向上と普及を目指し、シミュレータやエミュレータ上で容易に技術検証できる環境を整えた。具体的には、NSF (National Science Foundation) のプロジェクトで開発された無償で利用できるネットワークシミュレータ ns-3 を改良し、カーネルに実装した HIMALIS のエミュレーションを可能とし、また、市販ネットワークシミュレータ Scenargie に HANA を組み込めるようにし、NICT の技術をベースにしたマルチホームのシミュレーションができるようにした。さらにその一部を利用し、大規模エミュレーション環境 StarBED<sup>3</sup> において、インターネット規模 (36,000 AS ネットワーク) の HANA エミュレーションを行い、HANA がインターネット全体に適用できる技術であることを実証した。