

3.2.1 新世代ネットワーク研究センター ネットワークアーキテクチャグループ

グループリーダー 原井洋明 ほか 42 名

新世代ネットワークをデザインする

概要

平成 27 年以降のネットワーク社会を支える新世代ネットワーク構築技術を確立するために、新世代ネットワークアーキテクチャの研究開発を行い、基本設計を明らかにする。既存ネットワーク技術のしがらみから離れ、将来のあるべきネットワークアーキテクチャを設計するとともに、現在のネットワークからの移行を実現するインクリメンタルな研究開発へ指針を与える。社会インフラとしてのネットワーク全体のグランドデザインを行う(1)新世代ネットワークアーキテクチャ設計技術や、新世代ネットワーク実現の鍵となる技術領域である(2)グローバルパスネットワークアーキテクチャ技術、(3)大規模ネットワーク制御・管理技術、(4)アクセス系ネットワークアーキテクチャ技術、(5)オーバーレイ・ネットワーク仮想化技術を重点的に研究開発している。

平成 21 年度の成果

(1)新世代ネットワークアーキテクチャ設計技術

(1-1) ID・ロケータ分離通信技術

現在のインターネットでは、端末の名前 (ID) と位置 (ロケータ) を示す識別子を区別せずに同じ IP アドレスを共用している。そのため、移動通信や同一端末の複数ネットワークへの接続等の新たな用途への対応や、セキュリティ・経路制御等の管理が、より困難となってきている。ID・ロケータ分離通信技術は、端末の名前と位置を示す識別子を別々に管理し、ITS、センサネットワーク、ホームネットワーク等の方式が異なるネットワークでも、同じ ID を使用することで、端末の移動や経路上の障害等によりネットワークが切り変わっても継続して通信を可能とする技術である (図 1)。平成 21 年度は、同技術に関して、アーキテクチャ基本機能検証システムの構築、異種環境対応機能の追加に加え、ID・ロケータマッピング機能として名前解決機構、及び大規模ネットワークへの対応等を実施した。

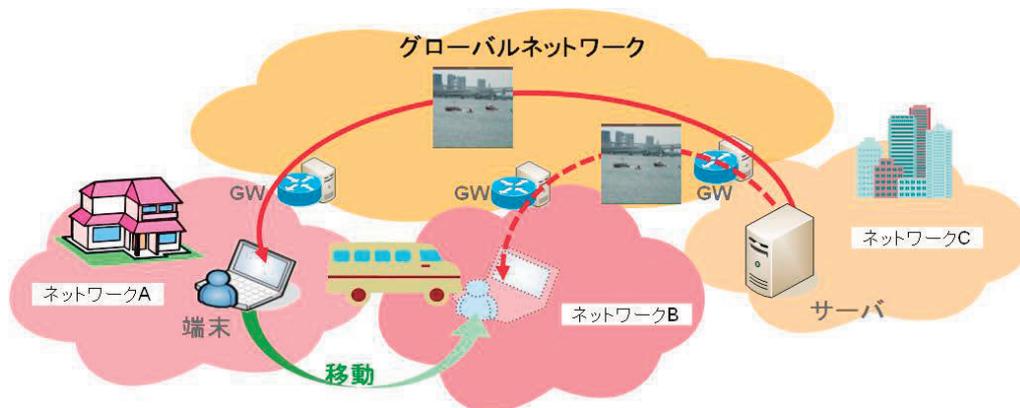


図 1 ID・ロケータ分離技術 利用イメージ
ユーザがネットワーク A からネットワーク B へ移動しても通信は継続される。

(1-2) ロケータ自動番号割当技術

現在のインターネットでは、パソコンや携帯電話等の端末から通信の相手先へ至る経路は原則的に 1 つである。障害等により別経路に切り替えるためには、経路上の複数の装置に対し互いに矛盾のないように設定を変更する必要があるが、様々な相手先に至る経路が複雑化しており経路を迅速に変更できなくなっている。ロケータ自動番号割当技術は、経路上の装置に対し、系統的に割り当てられた番号を自動的に設定することによって、装置の管理負担の低減、経路表の削減とともに、端末から相手先への経路を複数用意し、それらを使い分けて耐障害性の向上を可能とする技術である (図 2)。同技術に関して、構造をシンプルにするロケータ階層化と設定の自動化について研究開発を実施し、シミュレータと可視化ツールを開発した。

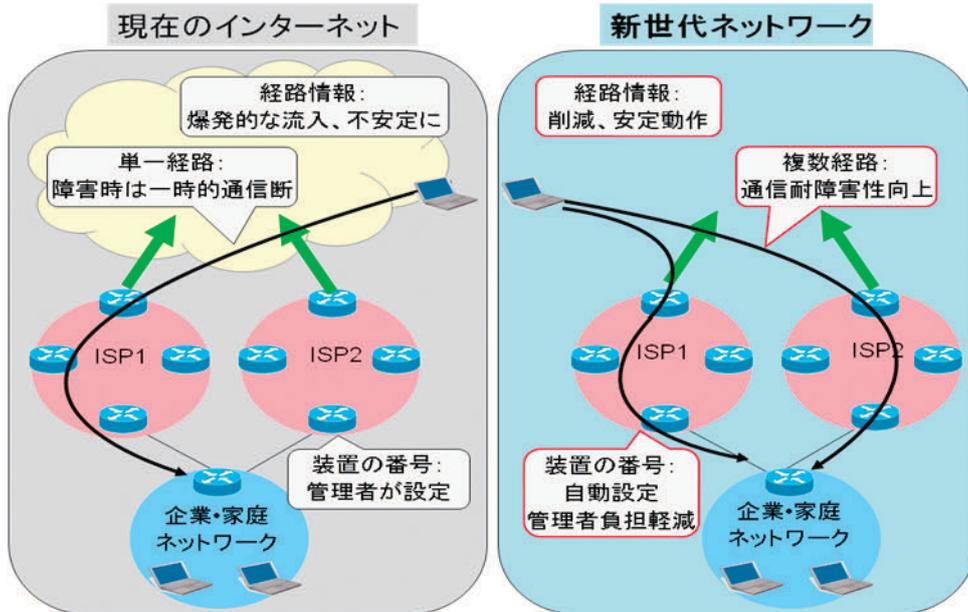


図2 現在のインターネットとルータ自動番号割当技術を用いた新世代ネットワークの比較

(1-3) 光パケット・光パス統合ネットワーク基盤技術

情報量の増大に応え、高速大容量化と低消費電力化を実現するためには、ネットワークの接続点であるノードの交換方式が重要である。光ネットワークでは、多くのユーザが高速かつ安価にネットワークを共用する光パケット交換方式と、ユーザ毎に経路（パス）を確保し遅延やデータ損失のない高品質ネットワークを実現する光パス交換方式がそれぞれ研究されている。

当グループと超高速フォトニックネットワークグループ共同で、ユーザの利用シーンに応じ光パケットと光パスの両交換方式の長所を使い分け、通信の効率的利用の追求と品質の確保という、相反する要求を両立させる光パケット・光パス統合ノードプロトタイプを開発した（図3）。当グループでは、光シグナリング（波長帯域予約）や光スイッチ制御、資源変更機能を連動させた光パケット・パス統合ノード用制御システムのソフトウェアを中心に開発実装した。さらに、光パケット処理について回線毎に毎秒2億パケット処理（インターネットのパケット長換算で100Gbps相当）でパケット遅延を最適化する並列パイプライン処理装置の検証を行い、制御システムの高度化を図った。

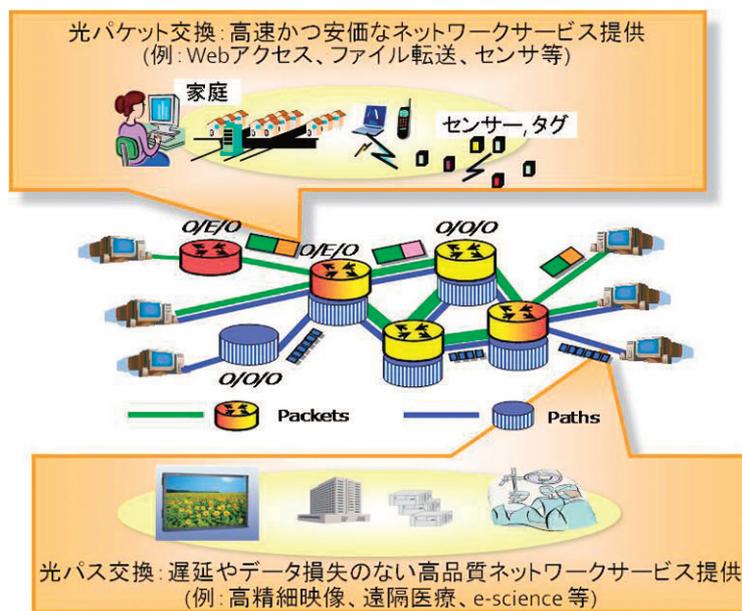


図3 光パケット・光パス統合ネットワーク概要

(2)グローバルパスネットワークアーキテクチャ技術

複数のホストを複数のユーザが利用する分散コンピューティングにおいて、ホスト間的高速高品質通信のために最大限のネットワーク性能を引き出す制御技術として、エンドユーザの操作でパスを構築可能とするアプリケーションインタフェースを開発した。

これによって、システム資源（ホストとパス）を複数のユーザが互いに干渉しないように調整し、同時に利用可能となるようなパスの生成が可能となる（図4）。また、アプリケーションからパスを設定するための socket API を拡張したエンドユーザインタフェースを開発した。

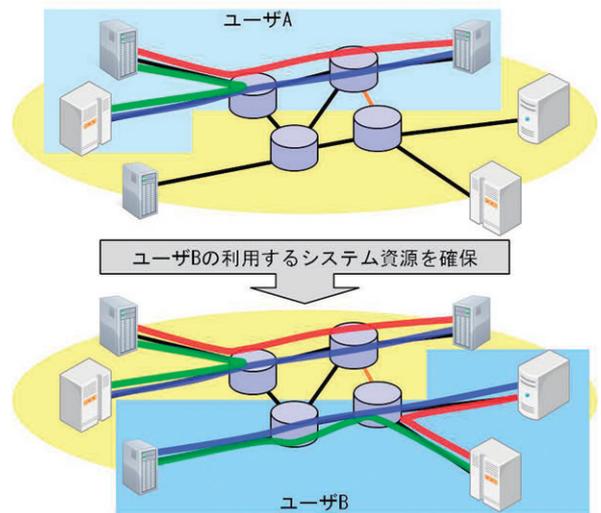


図4 システム資源の同時利用イメージ
ユーザAとユーザBは干渉せずに同時利用可能

(3)大規模ネットワーク制御・管理技術

大規模コアネットワークにおける高速高品質通信サービスの1つであるイーサネットパスサービスにむけて、エンドユーザ要求に応じ（オンデマンドに）キャリア間に跨るパスの設定及び削除を行うための技術として以下の研究開発を行った。

ユーザの要求に合致したパス経路の計算: IETF（Internet Engineering Task Force）で提案されているパス計算装置（PCE）について、ネットワークの接続情報を静的に保持したPCEの経路応答機能の実装を行い、計算結果を装置に設定する試験を実施した（図5）。

ユーザ端末からオンデマンドにパス設定: IETFで提案されているGMPLS（Generalized Multi Protocol Label Switching）を利用したユーザ要求のパス設定に対し、ユーザ端末がGMPLSに対応していなくてもパス設定できるように、ネットワークの内部からGMPLSのシグナリング（信号交換）を開始する機能をネットワーク装置に実装し、発呼（パス設定要求）可能とする開発を行った。

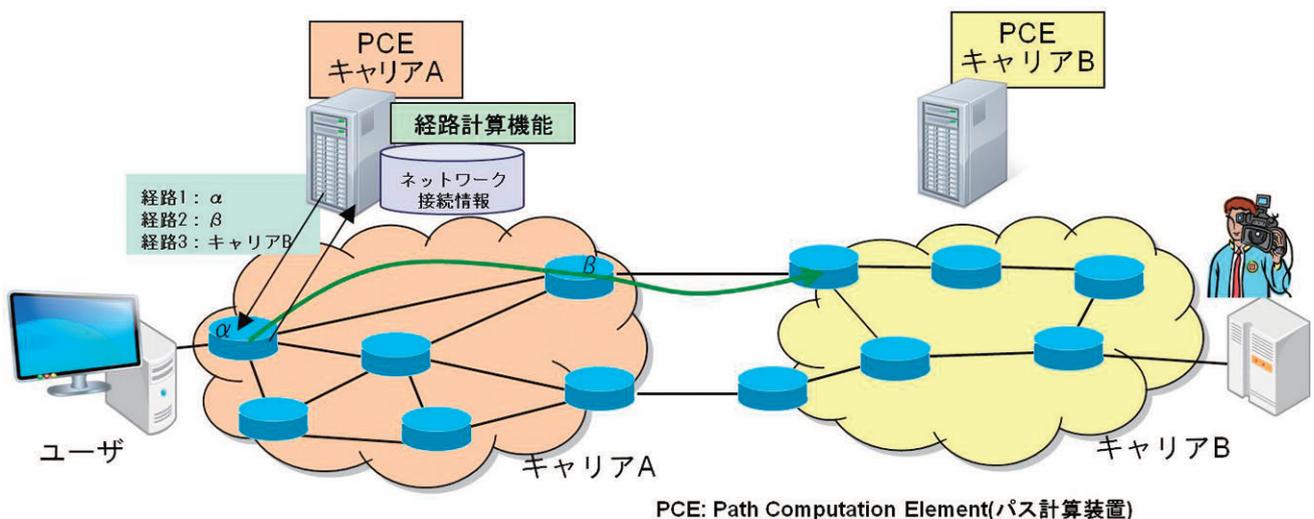


図5 PCE を利用したキャリア間パスイメージ

(4)アクセス系ネットワークアーキテクチャ技術

気象情報や監視カメラ等のユーザが必要なセンサ情報を安全にタイムリーに利用出来るネットワーク (図6) のアーキテクチャ研究開発のために以下の開発を行った。

多数配置されたセンサの情報を、ユーザ毎に独立したサービスで安全に利用するために必要な通信プロトコルを開発した。また、ユーザの行動に必要とされる情報のみを配信するような高度なサービスを可能とするため、基地局にデータベースとそれを処理する機能をもつアーキテクチャの研究開発を行い、同じサービスを利用するユーザ同士で情報共有を可能とする情報処理プロトコルを開発した。

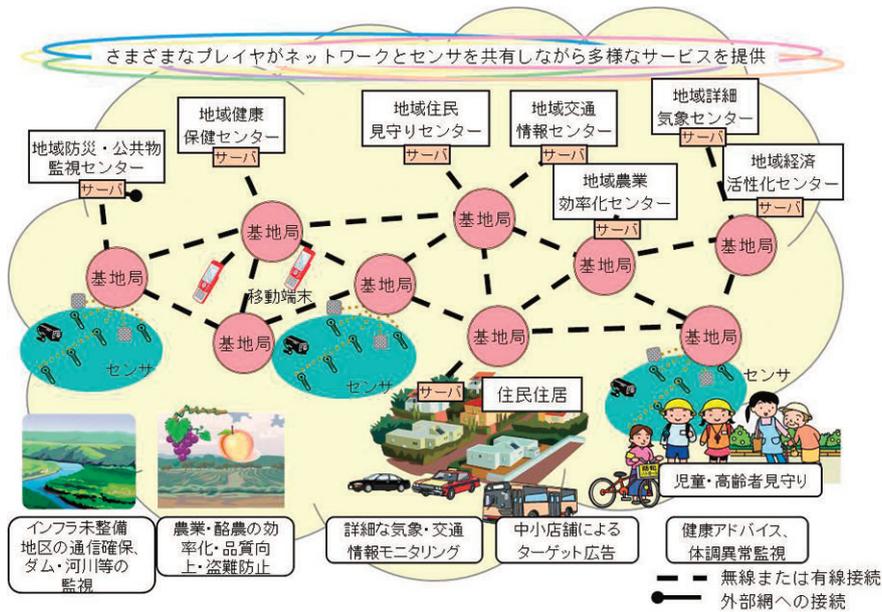


図6 センサ情報を利用した無線アクセス網におけるサービスイメージとネットワークの概要

(5)オーバーレイ・ネットワーク仮想化技術

ネットワーク仮想化技術 (図7) の研究開発として、ノードの仮想化技術を統合して扱うアーキテクチャを設計した。具体的には、平成20年度に開発したKVM (Kernel-based Virtual Machine) によるホスト型仮想化技術と、スライス数の観点で拡張性の高いOpenVZによるリソースコンテナ型の仮想化技術を用途に応じて使い分けできるようにした。同技術をテストベッド「CoreLab」に展開し、多種類の仮想化技術を選択可能な多様性の高いテストベッド基盤技術を確立した。また、「CoreLab」の国内ノードを24台に拡充するとともに、欧米機関との国際的な Federation 基盤技術の共同研究を遂行した (図8)。

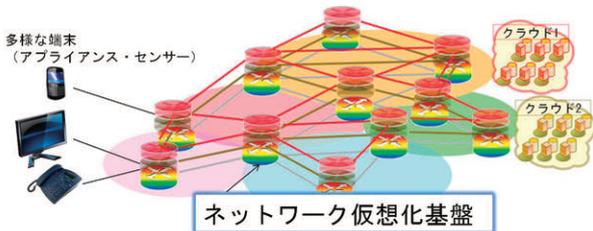


図7 ネットワーク仮想化技術の概念

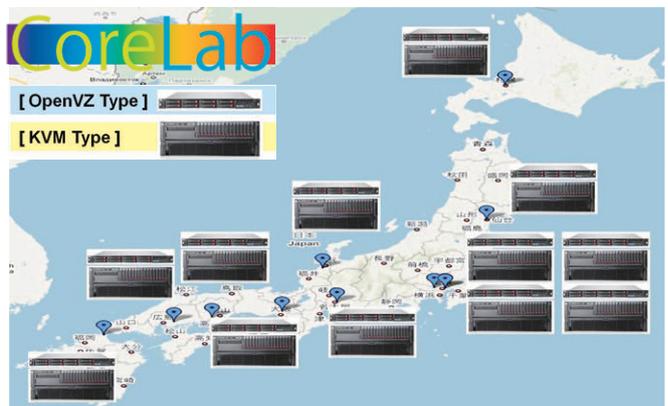


図8 先進的実験環境 CoreLab 全国12か所に各2台のノードを配置