

3.1.1 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 31 名

新世代ネットワークをデザインする

【概要】

平成 32 年ごろ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 22 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た。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 22 年度は、同技術に関して、移動通信、異種ネットワーク間通信に関する動態デモを行い、基本機能が動作することを実証した。また、大規模環境での性能評価を行うための評価システムの技術仕様を確定し、評価システムを開発、ゲートウェイや ID ロケータマッピングサーバのスケラビリティ評価等を実施、エミュレーション環境上にてゲートウェイあたり 1,000 台の移動ホストが同時利用可能であることを確認した。

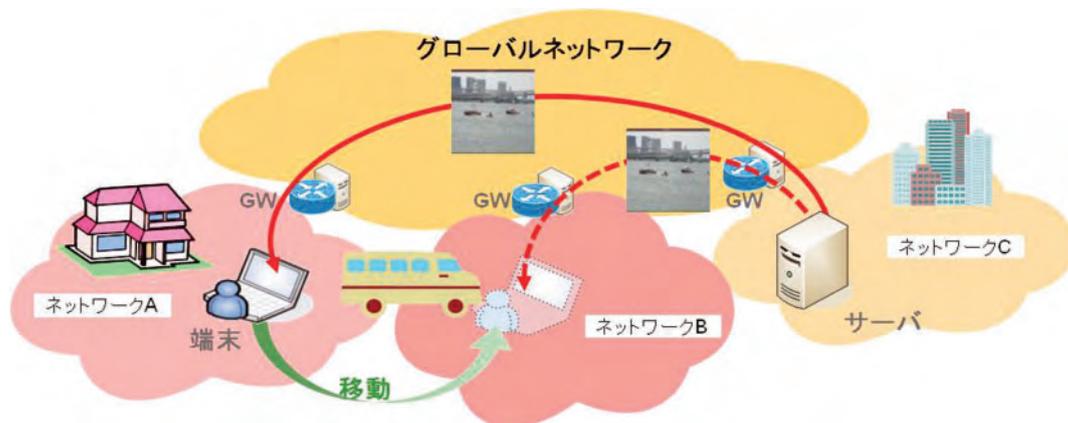


図 1 ID・ロケータ分離技術 利用イメージ
(ユーザがネットワーク A からネットワーク B へ移動しても通信は継続される。)

(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するマルチホーミングにおいて、複数経路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、階層構造により拡張性を有し、パケット交換型ネットワークにも、回線交換ネットワークにも組込むことが可能な分散協調型アドレス自動割当ソフトウェアを継続して開発し、数10台規模の中継機器及びホスト群へ100ミリ秒程度でアドレス割当可能であることを仮想化テストベッド等で検証した。

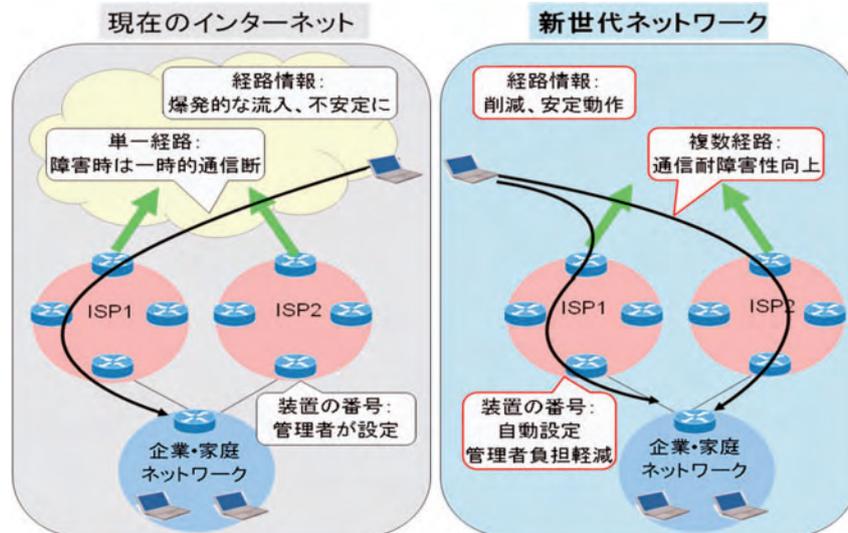


図2 現在のインターネットとルータ自動番号割当技術を用いた新世代ネットワークの比較

(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有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。NICTではこれまで、前者は超高速フォトニックネットワークグループが、後者は次ページ(2)でも述べるが当グループが研究してきた。両グループ共同で、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継続して開発している（図3）。今まで本技術に関して光バッファを組み込み、実データを用いた長距離伝送実験は行っていないが、平成22年度は、NICTのテストベッドJGN2plusを用いて構成した総長170kmの光ファイバネットワークにおいて、80Gbpsの超高速光パケットのバッファを含めた交換・伝送に成功した。また、6月にNICT単独で、8月には産業技術総合研究所と共同で実証実験を行い、光パケットを用いた高精細映像多重転送や、光パスによる非圧縮高精細映像転送などを、安定した性能で実現できることを確認し、ライブデモを実施した。

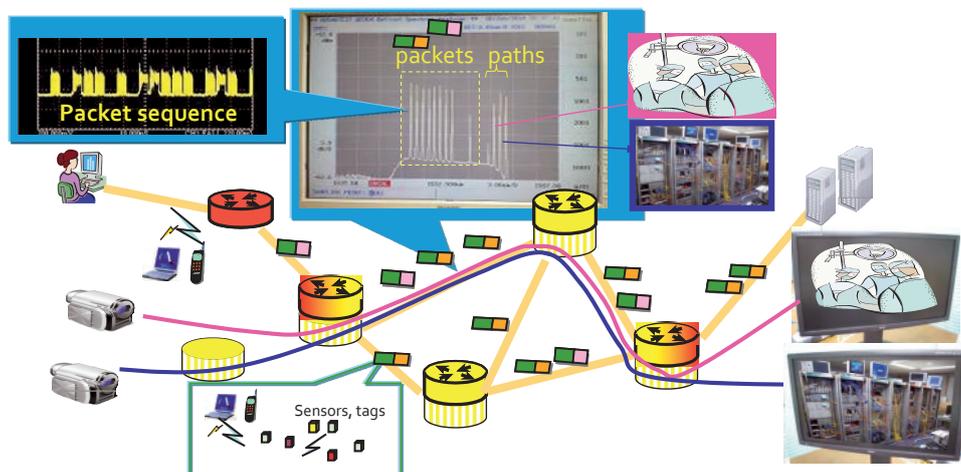


図3 光パケット・光パス統合ネットワーク概要

(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、遅延やデータ損失のない品質が要求される場合には、ユーザ毎に経路を確保するパス通信が有効である。平成 22 年度は、外部からの要求により光パスを設定するシステムを開発した。本システムは、パス設定要求を受けると、各通過装置に光ファイバ内のパスサービス用の波長資源を増やしパスを設定する命令を送信する。その後 5 秒程度で、アプリケーション（ユーザ）は光パスを利用する事が可能である。さらに、サーバクライアント Web システムとしてユーザインタフェースの充実も図った。また、これらについて前ページ (1-3) の産業技術総合研究所との共同実証実験で、ハイビジョンテレビの 16 倍の画素数をもつ 8K 映像転送のためのパス設定がスムーズに行えることを実証した (図 4)。

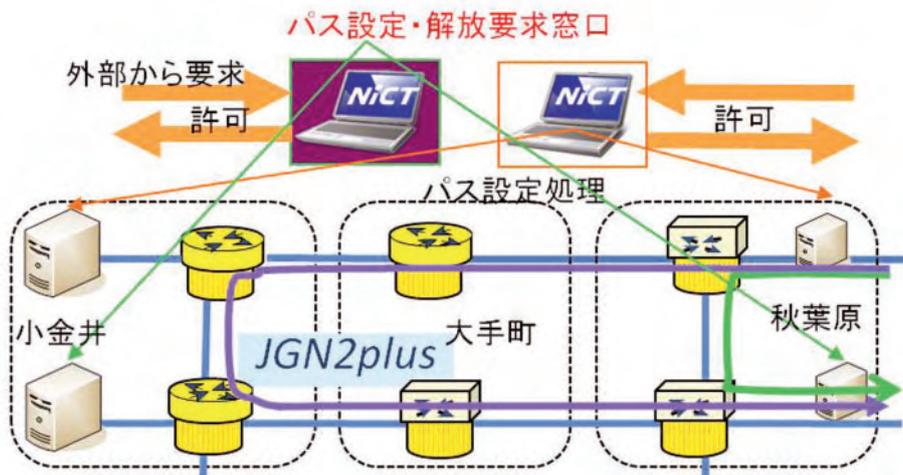


図 4 産総研拠点プロジェクトとの共同実験における動態デモ (8K 映像転送) [平成 22 年 8 月]

(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の実現に向けて、仮想イーサネット回線を分散設定するためのシグナリングや、エンドツーエンドのパスを計算するパス計算サーバをテストベッドネットワークに展開できるようにするための技術として、以下の研究開発を行った (図 5)。

大規模研究開発ネットワーク構築のために、インタードメイン間相互接続基本アーキテクチャ (DCN (Dynamic Circuit Network) アーキテクチャ) に基づき、GMPLS (Generalized Multi-Protocol Label Switching) と連動したパス計算サーバを実装した。本パス計算サーバにより、複数のドメインを跨ったシグナリング (信号交換) とともに、DCN における GMPLS を用いた経路計算を可能にした。さらに、アプリケーションからの利用をより柔軟にするための DCN 用 API 利用アーキテクチャを実装し、実証実験を行った。

また、産学官連携体制により大規模ネットワーク相互接続実験の実施および IETF 標準化提案項目である波長シグナリング、波長広告を利用したルーチングを実装した。

これらの技術の有効性について、関連標準化のチェアなど主要者が参加する国内外の展示会 (iPOP2010、MPLS2010) の場でアピールを行った。

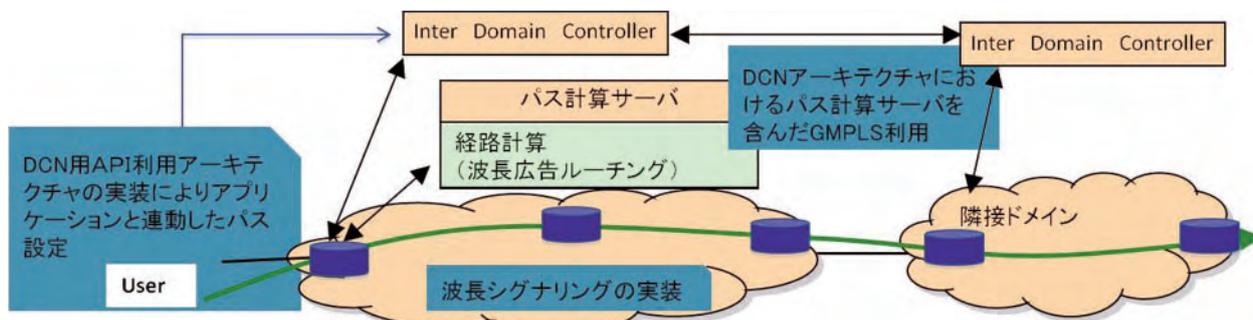


図 5 DCN アーキテクチャ上にパス計算サーバを実装した大規模コアネットワーク制御・管理技術

(4) アクセス系ネットワークアーキテクチャ技術

当グループでは、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）のアーキテクチャの研究開発を行っている。

平成22年度は、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と、データベースとそれを処理する機能をもつ基地局と、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とを備えた「適応ネットワーク構成機能を有する分散無線アクセス網」をNICT本部内（小金井）に設置し、動作確認を行い、6月にはワークショップで動態デモを実施した。その後、本分散無線アクセス網において、マルチホップ無線スループット等の伝送レイヤ性能、端末移動性能、障害時経路切替性能等を評価し、基地局16台構成で端末1,000台が連続的に移動可能なことや、障害による通信リンク切替時に60ミリ秒未満で通信経路切替が終了すること等の性能を得て適応制御が有効に動作することを確認した。

また、電波伝搬シミュレーション等の技術検討を行い、北海道岩見沢市内の商業エリアに上記分散無線アクセス網システムを設置して広告配信アプリ実証実験を行った。本実証実験は、基地局4台を設置し、岩見沢市近郊在住者から参加者を公募して実施した（図7）。また、センサ共有のためのセキュリティフレームワークの研究、データベース搭載分散型基地局のネットワーク構成法の研究も実施した。

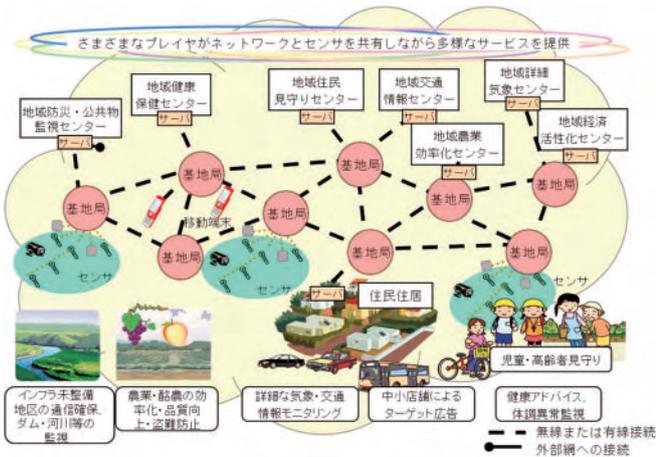


図6 センサ情報を利用した無線アクセス網におけるサービスイメージとネットワークの概要



図7 岩見沢市内に敷設した無線ネットワーク及び実証実験区域

(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8）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、テストベッド「CoreLab」によるPCベースのノードの全国展開を継続するとともに、オープンフロースイッチなどPC以外の機器の組み込みの実現や、仮想イーサネット通信への対応を可能とするなど、多様性と利便性の高いテストベッド基盤技術を確立した（図9）。また、前年度に引き続き、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。

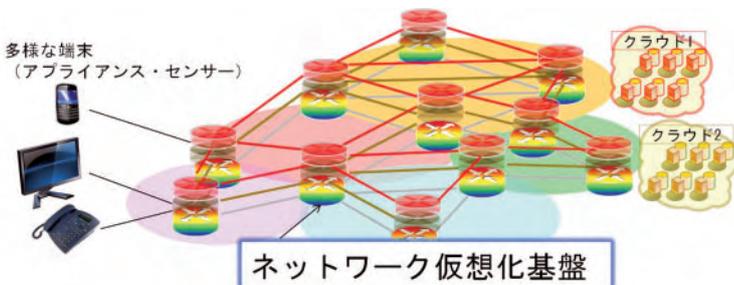


図8 ネットワーク仮想化技術の概念



図9 先進の実験環境 CoreLab (全国12か所に各2台のノードを配置)