

### 3.1.1 ネットワーク研究本部 ネットワークシステム総合研究室

室長 西永 望 ほか13名

#### 2015年 JGN-X テストベッド上での新世代ネットワークのプロトタイプ実証を目指して

##### 【概要】

ネットワーク研究本部ネットワークシステム総合研究室の第3期中期計画における目標は、新世代ネットワークの実現に向けた、光、ワイヤレス、セキュリティ分野の各要素技術の有機的な融合等によるシステム構成技術と、多様なネットワークサービスを収容するプラットフォーム構成技術の実現である。そして、それら技術の実証をテストベッド等を活用して進めることにより、災害発生時等の情報トラフィックの変化や情報通信インフラの一部機能不全に対してネットワーク構成を柔軟に再構築できる、ロバスト性を有する新世代ネットワーク基盤技術を確立することも目標としている。

平成26年度は、3.1 ネットワーク研究本部の図1(下)に示した新世代ネットワーク戦略プロジェクトにおいて、7つの技術分野についての研究開発を推進した。以下では各技術分野の目標と平成26年度成果を述べる。

##### 【平成26年度の成果】

##### (1) コンテンツ指向ネットワーク技術

##### 【目的】

サーバからだけでなくコンテンツをキャッシュあるいは転送しているルーターから直接取得する「情報(コンテンツ)指向ネットワーク(ICN/CCN)技術」を実現する。

##### 【成果概要】

コンテンツキャッシュをメモリとファイルシステム上で実現する機構を開発し、これをテストベッドに導入し、世界初のICNオープンテストベッド(CUTEi)を実現した。この成果はIEEE Network Magazine (インパクトファクター 3.72)で発表した。テストベッドには、今年度新たにパナソニック株式会社等2機関が接続し、NICTを含めた国内外11機関(慶應義塾大学、早稲田大学、清華大学(中国)、ソウル大学(韓国)、フロリダ大学(米)、INRIA(仏)など)に展開した(図1)。また、ICN通信性能解析手法を設計/開発し、IEEE Communication Magazine (インパクトファクター 4.460)にて発表した。さらに、コミュニティ名を識別子としたICN通信アーキテクチャ(CORIN)を開発し、CORINを活用するIoT技術に関してIEEE IoT Journalで発表した。

一方で、NICT主導で電子情報通信学会の時限研究専門委員会(ICN研究会)を設立し、学术界のみならず、放送業界、家電メーカー、ISPなどにも呼びかけてICN研究を発展・普及する基盤を作った。また、世界初のICNに関するRFC7476の発行に貢献した。

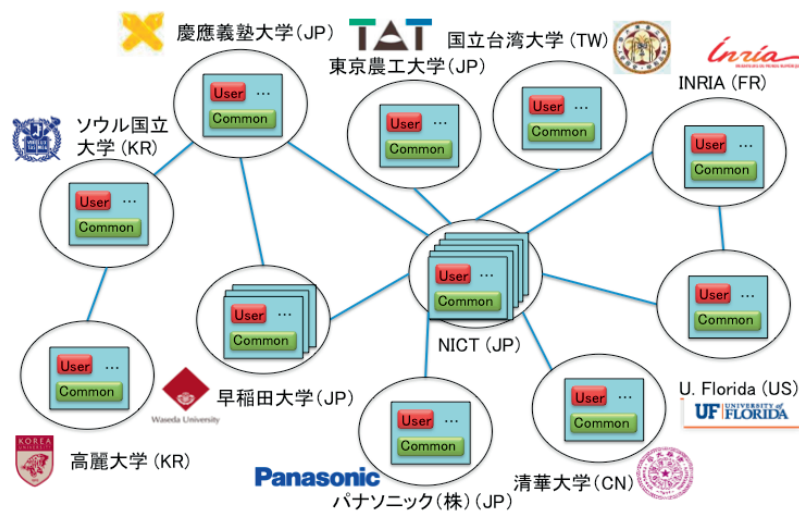


図1 ICNテストベッド(CUTEi)の構築とその展開

## (2) 超大規模情報流通ネットワーク技術

### 【目的】

広域に散在する兆単位のセンサーやデバイスが発生するデータを活用するサービスを実現可能な、ネットワークサービス基盤技術を確立する。

### 【成果概要】

仮想 ICT インフラ割当ツールを開発し、多数のセンサーと分散型クラウドシステムと SDN を組み合わせた大規模スマート ICT サービス基盤テストベッド (JOSE: Japan-wide Orchestrated Smart/Sensor Environment) (図 2) に導入した。これによりリソースを選択するとアドレスや仮想テナントネットワーク (VTN) の設定等を自動的に実施可能となった。実験開始までの時間を大幅に短縮し、27 の実験ユーザの利用に供した。また、JOSE 上で、複数のセンサーネットワークを相互接続し、データを横断的に利用可能とする実証環境を自律分散型の構造化オーバーレイ NW ミドルウェア (PIAX) をベースに構築した。細粒度気象予測アプリケーション等によるフィールド実証実験を開始した。

## (3) 新世代モビリティ技術

### 【目的】

新世代モバイルネットワークの検討として、重要性や緊急性を有するサービスに対して優先的な接続を提供できるモバイルネットワークを実現する。

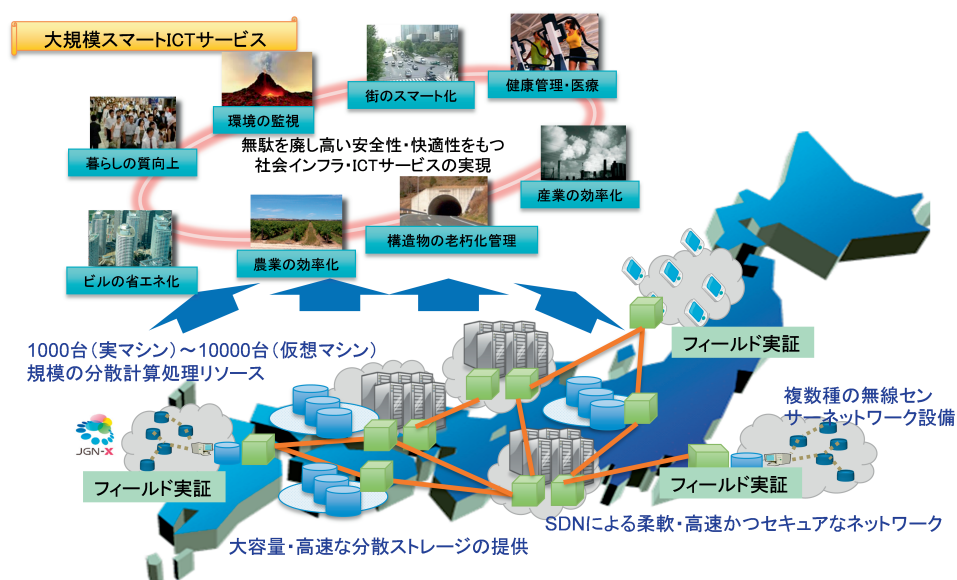


図 2 大規模スマート ICT サービス基盤テストベッド (JOSE)

### 【成果概要】

米国ラトガース大学とのリアルタイム CPS (Cyber Physical System) に関する国際共同実験に向けて、平成 25 年度に実施した基地局資源等を端末移動に応じて移動させる技術の基礎検討・システム化検討に基づく、MobilityFirst 方式から端末位置情報を取得するためのインタフェースを含む仮想基地局移動方式の詳細設計を行い、実証実験のためのプロトタイプシステムを開発した(図 3)。複数基地局から構成される WiFi ネットワー

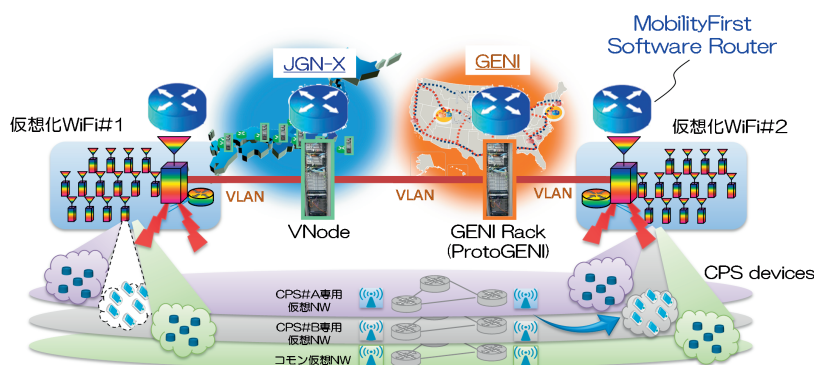


図 3 米国 MobilityFirst との国際共同実証実験

ク実験環境を実験室内に構築し、ドメイン内においてスマートフォンの移動先エリアを検出して動的に仮想基地局が再構成できることを実証した。その実験結果を国際会議 Globecom2015 と電子情報通信学会 CQ 研究会に投稿した。

一方で、セルラー網を仮想化し、サービスごとに適した制御を可能とするための機構について、接続先仮想ネットワークへの効率的な振り分け機構の検討・実装を行い、論文誌 IEEE Access の 5G 特集号に採録された。実用化に向け、振り分けのための情報を局所化する機構の検討・実装を行い、成果を Globecom2015 に投稿した。

#### (4) 光パケット・光パス統合ネットワーク技術

##### 【目的】

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について、先端的な光システムを検証するとともに同時に研究開発テストベッドにも導入し、それらの技術を確認する。

##### 【成果概要】

産学連携により、光コア・光メトロ・光アクセスの異なるネットワークを統合管理する光 SDN システムの相互接続実験に成功し、報道発表及び国際会議 iPOP2014 での動態デモを実施した(平成 26 年 5 月、図 4)。また、光統合ネットワークのインターネット接続試行などを紹介する招待論文が IEEE/OA JLT 誌(2013 年インパクトファクター 2.862)に掲載された(平成 26 年 8 月)。

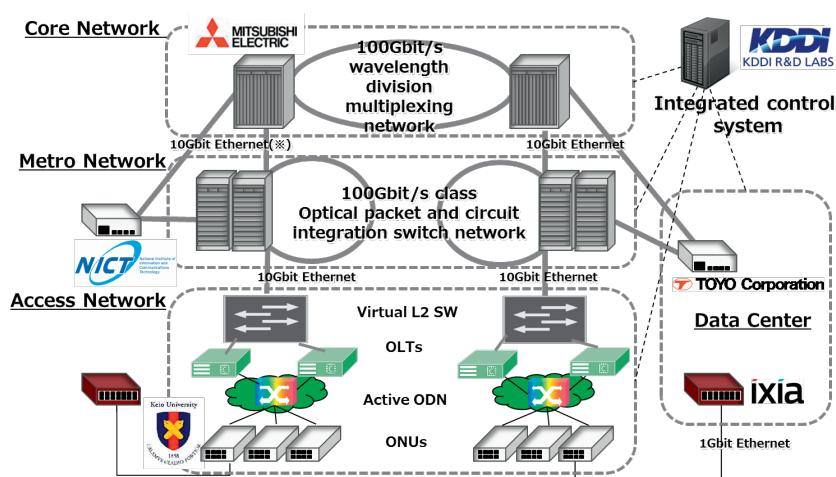


図 4 光 SDN 相互接続実験 (iPOP2014)

#### (5) スマートネットワーク技術

##### 【目的】

高可用性を実現する、ID・ロケータ分離アーキテクチャ HIMALIS と自動番号割当技術 HANA の運用、広域展開、及び大規模検証を実施する。

##### 【成果概要】

平成 25 年度に開発した、Y.3032 に適合する ID 通信を実現する HIMALIS プロトコルソフトウェアパッケージの成果普及に向け、NICT 内に名前解決サーバ等を整備し、NICT 外の研究開発者が自身のネットワークにパッケージをインストールすることで、インターネット経由で広域の HIMALIS ネットワークを利用できる実験テストベッドを構築した。平成 26 年度末時点で、7 組織に HIMALIS ソフトウェアパッケージを配布した。また、StarBED<sup>3</sup> を用い、マルチホーム構成により、1 ネットワーク 1,000 ノード規模で HIMALIS の接続認証とネットワーク切替(ハンドオーバー)の検証を実施した。

#### (6) 価値を創造するネットワークサービス基盤技術

##### 【目的】

ネットワーク上の様々な情報サービスの要求に連動してネットワーク機能を動的に制御する技術(Service-Controlled Networking ミドルウェア)を新世代ネットワーク基盤上に開発する。この技術により、新世代ネットワークの機能を活用した情報サービス開発を容易にする。

##### 【成果概要】

JOSE 上で、異分野センシングデータ収集解析の要求に連動してネットワークを自動設定する Service-Controlled Networking (SCN) 技術を実装した。ノード発見や網内データ処理を行うアプリ専用データ収集

オーバーレイの動的構成を可能とした。また、応用実証に向け、降雨レーダーデータと合わせゲリラ豪雨発生時に様々な分野の周辺データ（気象、交通、SNS等）を収集統合するアプリを開発した（図5）。

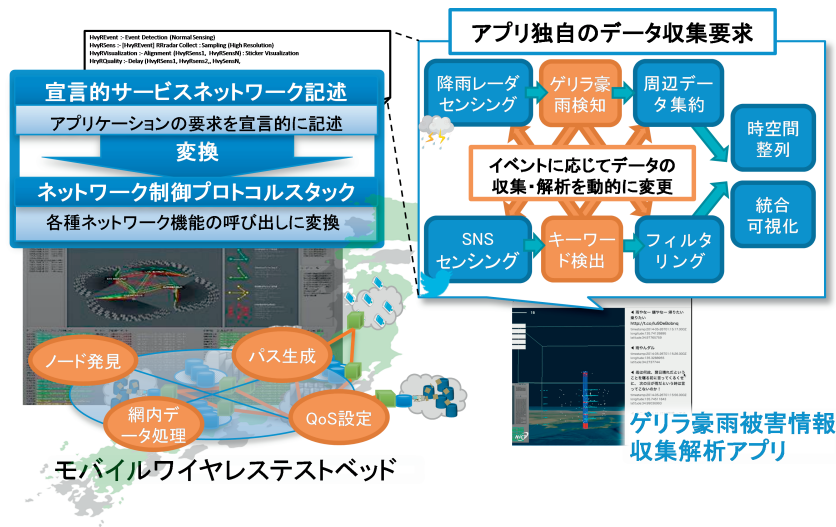


図5 JOSE上に実装されたService-Controlled Networking (SCN) 技術

### (7) ネットワーク仮想化サービス基盤技術

#### 【目的】

ネットワーク上に存在するネットワーク資源、計算資源、記憶資源等の様々な資源を統合管理し、提供するネットワークサービスに応じて、必要な資源や機能を有するサービス提供環境を動的に生成し、ユーザに提供するシステムを研究開発し、このサービス提供環境を複数同時に仮想的に構成提供可能な情報通信基盤を実現する。

具体的には、ネットワーク資源、コンピュータ資源、ストレージ資源等といった様々な資源を統合管理し、提供するサービスやアプリケーションに応じて、通信方式、速度、品質及び機能を柔軟に設定可能な、サービス指向仮想化基盤を構成する技術として、パケット・パス統合型仮想化ノード及び、それらを用いたサービス提供を可能とするプラットフォームを構築する。

#### 【成果概要】

産学連携で研究開発したネットワーク仮想化テストベッド (JGN-X 上に展開) を利用して、IP ネットワークのアーキテクチャと異なる新しいネットワークアーキテクチャによるコンテンツ配信等の実証実験4件を実施した。WiFi 仮想化システムと組み合わせ、end to end の仮想化システムを実現した (図6)。仮想化ノードの

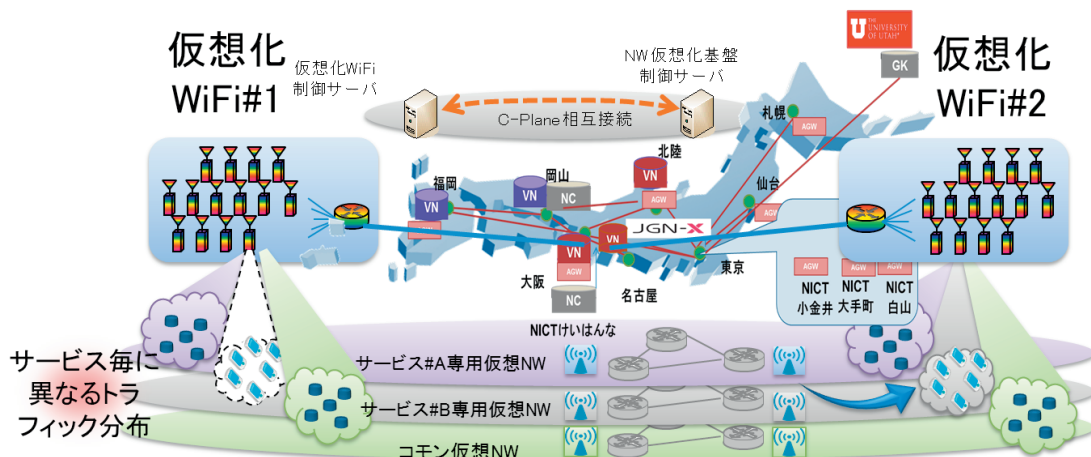


図6 全国展開されたネットワーク仮想化テストベッド

統合実証実験に関して、米国のGENI会議で、GEC20 Outstanding Demo Awardsを受賞した。また、ネットワーク仮想化の要求条件を整理し、ITU-T Y.3012として国際標準勧告化した。

以上7つの技術分野に関する新世代ネットワーク戦略プロジェクトによる研究開発の推進に加えて、国際連携、国際標準化活動等を推進した。具体的には、異なる戦略をとる米国、欧州のそれぞれに対して適切な手法を用いた戦略的国際連携の実施として、米国とは、NSFとの共同研究プログラムJUNOの第1回PI級会合を6月に北米で開催し、キックオフプレゼンテーションを実施した(その模様をWebページで公開)。欧州との連携では、第5回日欧共同シンポジウムを10月にブリュッセルで開催し、第3次共同公募に向けた議論を行った。また、国際的な研究開発の方向性を統一化し、競争分野の同定と市場の形成を促進するための国際標準化活動の成果として、ITU-Tにおいて、NICT主導で1つの国際標準化勧告(Y.3012: 網仮想化)の要求条件が成立(エディタNICT)した。IETFにおいては、国際標準化文書(RFC 7244:RTCP XR ブロック拡張(Proposed Standard))が成立(NICT研究者が筆頭著者)した。

国内では、新世代ネットワーク研究開発における産学官連携のハブとしての新世代技術のテストベッド運用として、JOSEの運用開始にあわせ、6月に千曲市との間で、千曲市に設置したセンサーを用いた河川水害対策における協力協定を締結するなど、自治体とも連携した活動を実施した。