

大規模災害時における移動通信ネットワーク動的通信制御技術の研究開発
Experimental challenges for dynamic virtualized networking resource control over
an evolved mobile core network – a new approach to reduce massive traffic congestion
after a devastating disaster

代表研究責任者 荒川 賢一 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

研究開発期間 平成 23 年度～平成 24 年度

【Abstract】

After a large-scale disaster such as the Great East Japan Earthquake, mobile networks face a massive number of call attempts for voice communication, which makes it difficult for them to maintain mobile services. This research project explored a new approach to reducing massive traffic congestion under such circumstances and performed an empirical study on large-scale evaluation facilities. Use of an architecture that utilizes a virtualization platform allows reallocation of resources for service control systems as necessary and the resulting system is capable of adapting to deviated demand of services. By using this capability, we explored a case where we increased the resources for voice service by reducing those of packet service. At the same time, this project explored an approach to cope with such congestion from the viewpoint of mobile phone applications. Based on the lessons learned from the disaster, we developed an application-side congestion control scheme that were suitable for emergency applications. The evaluation assumes a situation in which the overall system supports 500 thousand customers and a level of congestion similar to what was observed in the disaster of the Great East Japan Earthquake is regenerated. The result shows that 1) the capacity of voice service increased more than 5 times compared with a normal time and 2) the reallocation was completed within about 30 minutes, 3) application-side congestion control scheme worked appropriately.

1 研究開発体制

- **代表研究責任者** 荒川 賢一 (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ)
- **研究分担者** 安達 文幸† (国立大学法人 東北大学†)
西原 基夫†† (日本電気株式会社††)
大槻 次郎††† (富士通株式会社†††)
庄司 貞雄††† (株式会社日立ソリューションズ東日本†††)

大規模災害時における移動通信ネットワーク動的通信制御技術の研究開発

課題ア) 柔軟に割当可能な通信処理リソース制御技術に関する研究開発

ア) -1 柔軟に割当可能な通信処理リソース制御アーキテクチャの研究開発

研究分担機関：株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

ア) -2 通信処理リソース制御基盤の管理運用技術の研究開発

研究分担機関：富士通株式会社

ア) -3 仮想化基盤に対応した通信サービス制御技術の研究開発

研究分担機関：日本電気株式会社

課題イ) 柔軟なトラフィック処理が可能なネットワーク制御技術に関する研究開発

イ) -1 柔軟なトラフィック処理が可能なネットワーク制御アーキテクチャの研究開発

研究分担機関：株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

イ) -2 フローベースネットワーク制御技術を用いたネットワーク動的再構成技術

研究分担機関：日本電気株式会社

課題ウ) ネットワーク状況管理運用技術に関する研究開発

ウ) -1 柔軟性を有するネットワークの状況管理アーキテクチャの研究開発

研究分担機関：株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

ウ) -2 通信処理リソース制御に対応した可視化技術の研究開発

研究分担機関：富士通株式会社

ウ) -3 通信ネットワーク動的再構成に対応した可視化技術の研究開発

研究分担機関：富士通株式会社

課題エ) 災害時に役立つアプリケーション/サービスに関する研究開発

エ) -1 災害時に安否等の情報を共有するスモールコミュニティ内での安全な情報管理技術の研究開発

研究分担機関：株式会社日立ソリューションズ東日本、国立大学法人東北大学

エ) -2 災害時に利用者の避難行動や安全の確保を確実にする情報の可視化技術の研究開発

研究分担機関：株式会社日立ソリューションズ東日本、国立大学法人東北大学

エ) -3 災害時に被災者救援スタッフの活動を支援するための情報管理技術の研究開発

研究分担機関：国立大学法人東北大学、株式会社日立ソリューションズ東日本

○ **研究開発期間** 平成 23 年度～平成 24 年度

○ **研究開発予算** 総額 2,989 百万円

(内訳)

平成 23 年度補正

2,989 百万円

2 研究開発課題の目的および意義

東日本大震災の発生を踏まえ、災害時の情報伝達の基盤となる情報通信ネットワークの耐災害性強化のために必要となる技術の研究開発・実証実験等を行うという「情報通信ネットワークの耐災害性強化のための研究開発」の基本計画の中で、東日本大震災における携帯電話の音声通信について、事業者によっては通常時の50～60倍の爆発的な通信が集中し、広域、大規模かつ長時間にわたって発生した通信混雑（輻輳）の問題を解決するべく、「大規模な通信混雑時においても、通信処理リソースを柔軟に割当てること等により確実に通信の疎通を図る技術を確立し、通信ネットワークに適用すること」が本研究開発の目的である。これを実現するために設定された以下の技術課題

課題ア 柔軟に割当可能な通信処理リソース制御技術

課題イ 柔軟なトラフィック処理が可能なネットワーク制御技術

課題ウ ネットワーク状況管理運用技術

および、災害の実情について十分な経験を有している東日本大震災の被災地域の大学等の知見や強みを活用した検討を加える

課題エ 災害時に役立つアプリケーション／サービスに関する研究開発

を設定し、東日本大震災では最大で95%の通信規制が課され、20の発呼に対し、1呼の割合（5%）でしか交換処理が完了（疎通）しなかった状況に鑑み、同様な規模の通信の集中が生じて、4の発呼に対し1呼の割合で疎通を確保（処理能力を5倍に拡大）することが可能なシステムが構築・運用可能であることを示すことを到達目標とし、研究開発を実施した。

3 研究開発成果

基本計画書に記載された本研究開発の到達目標は以下のとおりである。

今回の東日本大震災では最大で95%の通信規制が課され、20の発呼に対し、1呼の割合（5%）でしか交換処理が完了（疎通）しなかった。このような状況に鑑み、以上のことを通じ、同様な規模の通信の集中が生じて、4の発呼に対し1呼の割合で疎通を確保（処理能力を5倍に拡大）することが可能なシステムが構築・運用可能であることを示すことを目標とする。

以上の目標を受けて、課題ア、イ、ウ、エの目標を達成する実施計画として、それらの配下にサブ課題を設けた。後述のとおり、それぞれのサブ課題を実施し設定した目標を達成するとともに、それらの成果を有機的に結合することで、実験用のシステムの処理能力を、5倍以上の増強に耐え得る方式により実装した。さらに、システム構成の工夫や各機器の能力を最大限に引き出す調整により5.6倍の処理能力に増強できることを実証実験により確認した。

3.1 柔軟に割当可能な通信処理リソース制御技術

通信処理リソースの柔軟な制御が適正に動作可能であることを実証実験で確認する。具体的には、複数の通信サービス利用を模擬した実証実験環境において、擬似的に輻輳を発生させ、優先度の高い通信サービスに対してコンピュータリソースやネットワークリソースが新たに追加されるとともに、その追加されたリソースの量に応じて通信サービス制御システムが優先度の高い通信サービスの処

理量を拡大することを実証する。

課題ア) -1、ア) -2、ア) -3 の個別課題について、後述の通り目標を達成し、全体を統合した実証実験により、目標達成を確認した。

3. 1. 1 柔軟に割当可能な通信処理リソース制御アーキテクチャの研究開発

3. 1. 1. 1 実施計画に記載した成果目標

柔軟に割当可能な通信処理リソース制御のための移動網アーキテクチャを研究し、システムの基本構成、およびシステム化方式、システム間接続方法について明らかにする。また、各研究開発課題の成果を連携させ、実証実験を運営・実施することにより、4 の発呼に対し 1 呼の割合で疎通を確保（処理能力を 5 倍に拡大）できることを確認する。

3. 1. 1. 2 達成状況の概要

移動網の運用という側面に留意しながら、柔軟に割当可能な通信処理リソース制御を行うことを目的として、ハードウェアから仮想マシンへのリソース割当を制御する「通信処理リソース制御基盤」と、仮想マシン上で実行される通信サービスアプリケーションを制御する「仮想化基盤に対応した通信サービス制御」を有機的に連携させるアーキテクチャを提案し、その具現化に必要となるシステムのコンポーネントの定義、および、コンポーネント間のインタフェース定義を行い、その成果を「インタフェース仕様書」にまとめた。

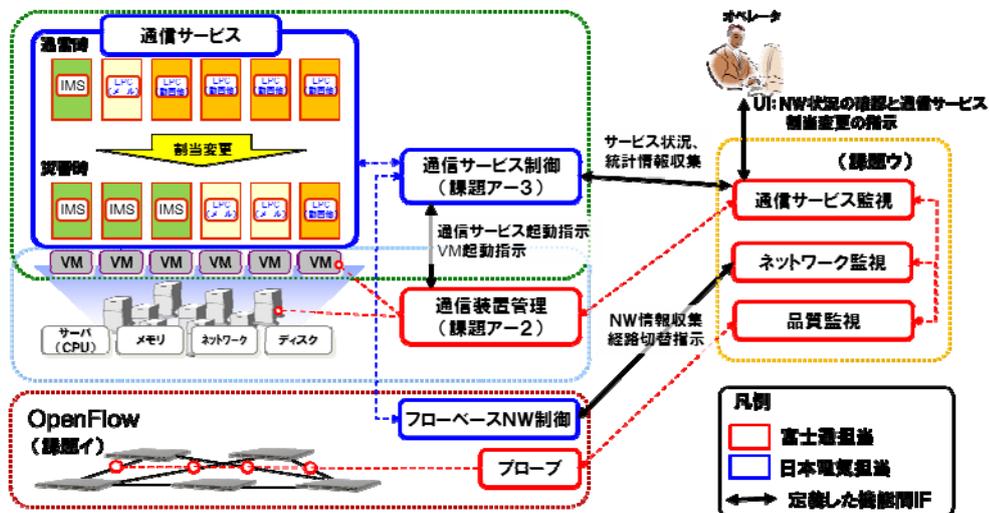


図1 アーキテクチャ

また、本アーキテクチャに基づいて、課題ア) -2、課題ア) -3 で開発した各コンポーネントを技術評価環境の中で動作させ、本研究開発が注目する動的制御の機能に関する実証実験を運営・実施するとともに、トラフィック測定を行うことによりその動作を確認した。

実証実験では、ネットワーク TAP、プローブ装置等をシステムに導入し、災害による安否確認の通話要求数の急増を想定した実験シナリオにおいてトラフィック測定を行った。トラフィック測定を行った結果、柔軟な仮想マシンの増減設および経路制御により、通話要求数に対する完了数の向上を確認できた。図 2 に通話要求数と完了数の測定結果を示す。輻輳時に落ち込んでいた完了数が増設により 5 倍以上に向上していることから、処理能力を 5 倍に拡大できたことを確認した。

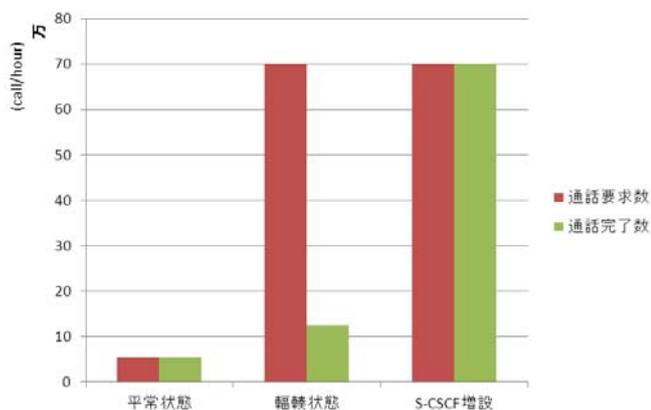


図2 通話要求数と完了数の測定結果

3. 1. 2 通信処理リソース制御基盤の管理運用技術の研究開発

3. 1. 2. 1 実施計画に記載した成果目標

通信処理リソース制御基盤を管理・運用するために必要となる、以下の技術の研究開発を行う。

まず、単一拠点内に設置した複数のサーバ、およびそれらサーバ上にある CPU、メモリ、ディスクといった装置、あるいは資源を、論理的に一元管理するためのリソースプール管理機能を設計／試作する(1)。

また、リソース使用状況を保守者にわかりやすく表示するための負荷状況把握や、プール化したリソースを通信サービス制御からのサービスの追加要求に応じて払い出し、不要になった資源のプールへの戻しを行うことが可能なリソース操作インタフェースを設計／試作する。さらに、払い出したリソースを使用して仮想マシンを構築し、通信サービスを開始する際に、サービスを容易に開始することができるように、サービスに必要なソフトウェア／アプリケーションを一括して展開・起動できるサービス操作インタフェースを設計／試作する(2)。

設計／試作を行うこれらの技術については、技術評価のために構築する実証実験環境上で評価を行う。具体的には、実証実験環境上で模擬的に輻輳等高負荷状態を発生させ、そうした状況下において通信サービス単位でリソースの制御を行い、その柔軟性や応答性を確認する(3)。

成果目標の設定理由を以下に示す。

大規模災害時に通信サービスの通信処理リソースを動的に再構成する必要が生じた際、利用可能なリソースを抽出し、通信サービスを稼働させるために、通信処理サービス制御基盤全体を把握することが必要であるため。また、通信処理サービスの負荷状況を管理者が把握するための情報を収集するための仕組みが必要なため。

3. 1. 2. 2 達成状況の概要

通信処理リソース制御基盤を管理・運用するために必要となる技術を開発／実証できた。これにより、通信サービスの仮想化運用システムを開発するための見通しを得た。

各詳細目標に対する達成状況は以下のとおりである。

(1) リソースプール管理機能の設計／試作について

通信サービスを構成する仮想マシンの配置に関し、通信サービス特有の要件を明らかにした。その上で、通信サービス特有の要件を加味した仮想マシンの配置を可能とする物理サーバリソースの管理手法を開発／実証できた。

(2) サービス操作／リソース操作インターフェースについて

サービス提供者に対してリソースの使用状況を一覧表示する GUI を提供し、通信サービス制御と連携し、サービスの要件に合った物理サーバへの配置決めについて、物理サーバの構成情報や空きリソース情報を通知し、その情報をもとに通信サービス制御側でサービスに必要な複数のアプリケーションをどの物理サーバへ配置するか決定する制御インターフェースを確立した。また、VM イメージファイルとして保存した、サービス起動に必要なソフトウェア／アプリケーションを管理、転送制御するインターフェース、および VM イメージファイル配置後に仮想マシンを起動する制御インターフェースを確立した。

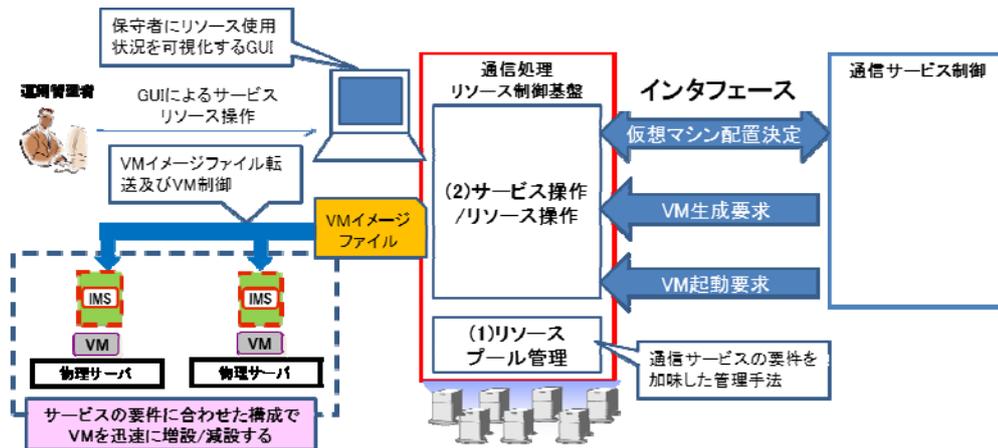


図 3 通信処理リソース制御基盤の管理運用技術概要

(3) 通信処理リソース制御基盤の応答性

実証実験において通信処理リソース制御基盤を実際の移動通信サービスを模擬したテストベッド上で動作させ、通信サービスの特性に合わせた柔軟なリソース増設が、従来であれば半日～数日を要していた作業時間に対して、30分程度で完了できることを実証した。

表 1 サービス増設時間測定結果 (秒)

増設レベル	Lv1→Lv3	Lv3→Lv5	Lv1→Lv5
パケットサービス増設処理時間(秒)	209	237	447
音声サービス増設処理時間(秒)	699	1264	1874

3. 1. 3 仮想化基盤に対応した通信サービス制御技術の研究開発

3. 1. 3. 1 実施計画に記載した成果目標

通信サービスを仮想化基盤に対応させるために必要となる以下のような技術の研究開発を行う。まず、通信サービスの特性を考慮しつつ、単一拠点内に設置した複数のサーバ上に、複数の通信サービスを仮想マシン単位で配置可能であることを判定する技術を設計／試作する。また、通信サービス間の依存関係などの制約に基づいて、通信サービスの起動・停止、仮想ネットワークの構成などの通信サービスの実行制御を行う技術を設計／試作する。さらに、通信サービスが出力する実行時ログなどの状態を取得し、通信サービスの輻輳状態などを判定し、必要であれば、管理者などに通知する技術を設計／試作する。

次に、EPC を対象として、専用のハードウェアおよびシステム構成との依存関係を持つ EPC の通信サービスアプリケーション、ミドルウェアを仮想化基盤上で運用可能とするための技術的な要件の検討

を行い、EPC が実現するパケットサービスの仮想化対応技術を設計／試作する。また、仮想化対応により汎用サーバの利用が可能となることによる、災害等における輻輳発生時の処理能力の変更、および設備が損壊した場合に災害時には需要のないサービス用の設備等での代替運用を実現する保守管理技術を設計／試作する。

加えて、IMS に含まれる呼セッション制御機能を仮想化基盤上で動作させる際に必要となる技術的な要件の検討を行い、呼セッション制御機能、呼セッション制御のミドルウェア機能の仮想化対応技術を設計／試作する。また、柔軟な通信処理リソースの変更が可能となるように、状況に応じた構成変更を可能とする呼セッション制御機能の保守管理技術を設計／試作する。

また、実証実験環境において、サービス負荷に応じて優先度の高い音声通話サービスに対して、動的にコンピュータリソースの割当変更、再構成を行い、音声通話サービスおよびパケットサービスの柔軟な通信処理リソースの変更が可能であることを確認する。

成果目標の設定理由を以下に示す。

- ・大規模災害時の安否確認や重要な通信に係る音声やメールの通信需要が急激に増大するような場合に、それら需要の高い通信サービスに通信処理リソースを柔軟に割当ててを可能とするため
- ・現状、専用のハードウェアに依存している EPC の通信サービスアプリケーションや IMS サービスのアプリケーションについて、依存を解消し、緊急時のリソース追加や柔軟な代替運用を可能とするため

3. 1. 3. 2 達成状況の概要

本研究課題では、単一拠点内の通信処理リソースを需要の高い通信サービスへ柔軟に割当ててを可能とするために、課題ア) ー2 の通信処理リソース制御基盤の管理運用技術と連携し、通信サービスの配置を変更するとともに、優先度の高い通信サービスの処理を集中的に行う柔軟な制御技術を確認した。

技術確立にあたり、通信サービスの仮想化技術への対応をさせるため、以下の技術の研究開発を行った。

- ・通信サービス配置技術
- ・通信サービス実行制御技術
- ・通信サービス状態監視技術
- ・パケットサービス仮想化技術
- ・IMS サービス仮想化技術

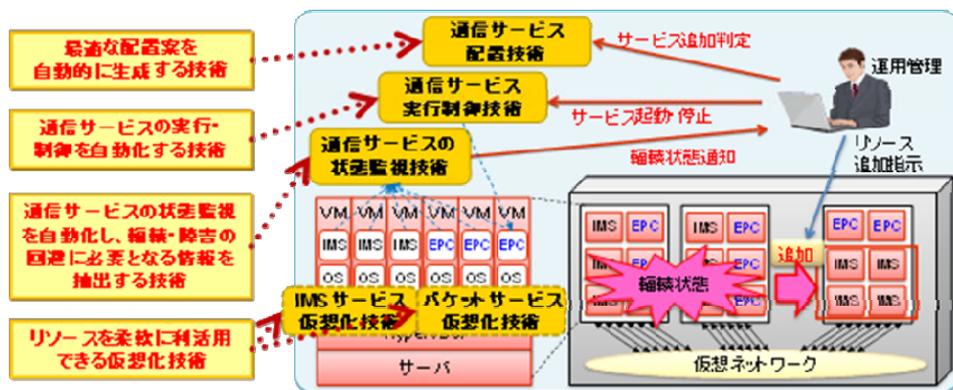


図 4 仮想化基盤に対応した通信サービス制御技術の概要

研究開発において試作したこれらの技術を用いて、災害時を想定し処理能力上限の 20 倍のトラフィックを加えた状態での実証実験を行った。その結果、通常時構成から災害時構成への切り替えを実施し、音声通信の処理能力が 5.6 倍に増強され、疎通率も 5.6%（18 回に 1 回繋がる程度）から 31.1%（3.2 回に 1 回繋がる程度）に改善されることを実証した。

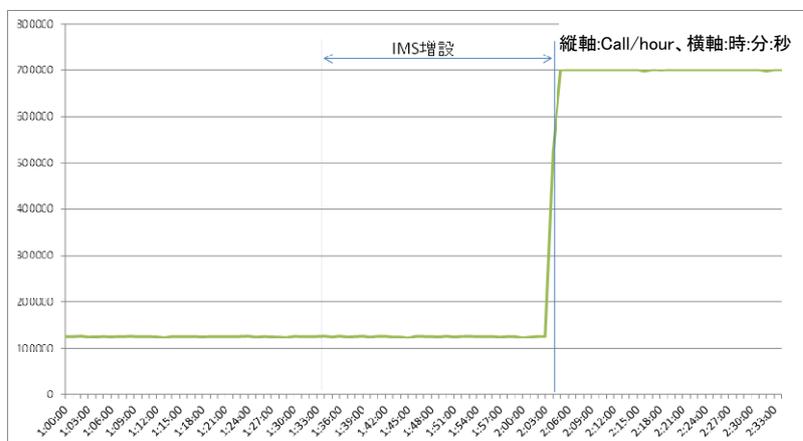


図 5 音声処理増強の実証実験結果

(1) 通信サービス配置技術

通信サービスの配置技術については、仮想マシンとして提供される通信サービスを考慮し、利用可能なリソース群の中から仮想マシン単位で最適な通信サービスの配置を決定する技術を実現した。具体的には、課題ア) ー2 の通信処理リソース制御基盤から与えられた空きリソースの中から、通信サービスが必要とするリソースを割り当て可能な通信サービスの配置を決定する技術を確認した。

1) 通信サービス配置生成機能

輻輳時に通信サービスの処理性能を向上させるという要求に対して、新たに通信サービスを稼働させるために必要となる仮想マシン群を適切なサーバの空きリソース上に配置するための配置のパターンを生成する機能を試作した。

具体的には、課題ア) ー2 の通信処理リソース制御基盤から与えられた空きリソース群を配置先の候補とし、通信サービス性能評価機能を用いて必要とされる通信サービスの性能を見積もることにより、空きリソース量を通信サービスの処理性能に換算し、その配置によって通信サービスの処理性能が論理的に一定以上向上することを確認した上で、新たに追加する仮想マシンの空きリソース上の配置パターンを生成する機能を試作した。

2) 通信サービス性能評価機能

通信サービス配置生成機能が決定した配置パターンに対し、待ち行列理論を基礎とする通信サービスの動作モデルを生成して、リクエスト処理のシミュレーションによって通信サービスの処理性能を見積もる機能を試作した。

本機能の評価により、決定された配置プランに基づいて通信サービスの動作モデルを生成してリクエスト処理のシミュレーションが実施され、平均的なリクエスト処理時間の見積もりが得られることを確認した。

(2) 通信サービス実行制御技術

通信サービス実行制御技術として、通信サービス間の依存関係などの制約に基づいて、通信サービス

の起動・停止、仮想ネットワークの構成などの通信サービスの実行制御を行う技術を確立した。

1) 通信サービス起動手順の簡易化機能

与えられた通信サービスの配置と通信サービス毎の起動ルール、ネットワーク構成ルールに基づいて、通信サービスの起動・停止、仮想ネットワークの構成を自動的に行う通信サービス起動手順の簡易化機能を設計／試作した。

このような通信サービス起動手順の簡易化機能を実現することにより、複雑な通信サービスの起動手順を簡易化し、運用管理者による作業の削減とサービスの起動・停止に要する時間の短縮を実現した。

2) 通信サービス起動時の依存関係の解決機能

通信サービスアプリケーションの起動・停止にともなう依存関係を解決するため、各アプリケーションに関して、先に起動すべきアプリケーションならびに OS 機能（ネットワーク機能の ON など）をアプリケーション毎の依存関係情報として登録し、各アプリケーションの依存関係を明確化する機能を試作した。

通信サービス実行制御技術では、この機能によって明確化された依存関係に従い、適切な通信サービスの起動・停止手順を生成できるようになった。

3) 通信サービスの起動状態の確認機能

サービス起動完了の確認手順を通信サービスアプリケーション毎に自動化する機能を試作した。運用管理者の目視に頼らない通信サービスの起動確認により、通信サービス起動手順の簡易化機能において、一連の起動手順を自動で実行できるようになった。

(3) 通信サービス状態監視技術

従来、運用管理者の目視での確認に頼ることが多かった輻輳状態などの判定を自動化するために、通信サービスが出力するログなどの多様な状態情報から、あらかじめ定めたルールに基づいて特定の情報を抽出し、解析した結果を、通信処理リソース制御基盤に通知する技術を確立した。

1) サービスの状態情報の抽出機能

各通信サービスは、それぞれ異なる周期でログの形式で状態情報を出力する。また、各通信サービスが出力する状態情報のログは、それぞれ異なる形式を持つ。そのため、通信サービス毎の周期、形式の差異を吸収できるよう、運用管理の対象となる通信サービス毎に異なるログの出力周期、形式に合わせた、状態情報の抽出に関するルール（以下、「サービス監視ルール」と呼ぶ）に基づいて、負荷に関連した状態情報を抽出する機能の試作を行った。なお、仮想化された通信サービスの処理能力の増設・減設に対応して情報を抽出する必要があるため、スケールアウト型のソフトウェア構造についての試作も行った。

2) 通信サービスの状態解析機能

通信サービスの状態解析機能として、前述の通信サービスの状態情報の抽出機能により抽出された状態情報を解析し、輻輳、故障に関連した、運用管理上通知が必要な情報であるかどうかを判定し、通信サービス内部のデータ形式から運用管理者向けのデータ形式に変換した上で、運用管理者に対して必要な情報のみを選別して、通信処理リソース制御基盤に通知する機能を試作した。

(4) パケットサービス仮想化技術

パケットサービスを仮想化技術に対応させることにより、サービス状況、負荷に応じて MME 呼処理制御機能にコンピュータリソースを動的に割当て、リソースに空きのあるハードウェアに再構成し、アプリケーションを動作させることを可能とした。

これにより、専用ハードウェアではなく、他設備で利用されている汎用サーバを用いた仮想化基盤上での代替運用が可能となった。また、システムアップのうち、数日かかっていたハードウェアの準備が不要となり、トータルの時間が大幅に短縮された。起動時間に関しては、既存システムと同等であった。結果として、パケットサービス仮想化技術により、短時間で呼処理能力を増強するためのサーバ増設が可能となった。

しかしながら、仮想化対応した MME アプリケーションのパケットデータ呼確立における信号処理 TAT の計測結果を確認したところ、1%未満ではあるが、まれに TAT が大きくなる現象が確認された。この現象は、パケットサービスの品質を担保するために、今後の実用化にあたって取り組むべき課題である。

1) MME 呼処理制御機能

パケットサービスを提供する MME 呼処理制御機能を汎用サーバ上で動作可能として、他設備による処理能力の増強や代替運用を可能とするため、MME 呼処理制御機能を仮想化する上で必要となる設計、試作を行った。

具体的には、MME 呼処理制御機能を構成する MME アプリケーション、および音声系サービス連携機能 (EPC (Evolved Packet Core) と IMS (IP Multimedia Subsystem) との連携によって音声通話サービスを提供する VoLTE 機能) について、仮想化対応 OS である MontaVista Linux Carrier Grade Edition (以降、CGE) 6.0 上で動作可能とした。

2) SP-GW 呼処理制御機能

パケットサービスを提供する SP-GW 呼処理制御機能を汎用サーバ上で動作可能とすることで、他設備による処理能力の増強や代替運用を可能とするため、SP-GW 呼処理制御機能を仮想化する上で必要となる設計、試作を行った。

具体的には、SP-GW アプリケーション、および音声系サービス連携機能について、仮想化対応 OS である MontaVista Linux Carrier Grade Edition (以降、CGE) 6.0 上で動作可能とした。

さらに、アプリケーションのハードウェア状態管理を排除すること、もしくは論理ハードウェアを意識することにより、ハードウェアを意識することなく、仮想環境でも問題なく通信できるよう、従来ハードウェアの実装およびハードウェア状態の情報に直接アクセスしていた処理部分を、仮想マシンによる抽象化されたハードウェア情報にアクセスするように変更した。

3) パケットデータ処理機能

運用設備の損壊等により当該設備でのサービスが継続できなくなった場合に、他のサービス用の設備を利用した代替運用を可能とするため、パケット処理機能を仮想化する上で必要となる設計・試作として仮想化対応 OS (WindRiver Linux 4.1) への移植を行った。専用のハードウェアと OS を前提とした処理になっていた部分を、仮想化環境での動作に対応するように変更した。

4) EPC の保守管理機能

パケットサービスを提供する MME 呼処理制御機能や SP-GW 呼処理制御機能を汎用サーバ上で動作可能とし、他設備による処理能力の増強や代替運用を可能とするため、MME や SP-GW の保守運用アプリケーションを仮想化する上で必要となる設計、試作を行った。

具体的には、MME 呼処理制御機能や SP-GW 呼処理制御機能を構成する保守運用アプリケーションを仮想化対応 OS (CGE6.0) 上で動作可能とした。また、EPC における VoLTE 機能を実現するために、保守機能を Dedicated Bearer に対応可能とした。

5) EPC のミドルウェア

パケットコアノードのミドルウェアを汎用サーバ上にて動作可能とし、パケットコアノードの処理能力の変更、他設備での代替運用を可能とするため、EPC のミドルウェアを仮想化する上で必要となる設計・試作を行った。

具体的には、EPC のミドルウェアを仮想化対応 OS (CGE6.0) 上で動作可能とした。また、仮想マシン上で EPC のミドルウェアが動作可能となるようハードウェアインタフェースを抽象化することにより、Hypervisor によって提供される仮想化されたハードウェアに対応可能となった。

(5) IMS サービス仮想化技術

IMS サービスを仮想化技術に対応させることにより、サービス状況、負荷に応じて呼処理制御機能にコンピュータリソースを動的に割当て、リソースに空きのあるハードウェアに再構成し、アプリケーションを動作させることを可能とした。

これにより、専用ハードウェアではなく、他設備で利用されている汎用サーバを用いた仮想化基盤上での代替運用が可能となった。従来構築に 20 時間以上必要としていたところを 8 時間弱で完了することができ、大幅な短縮を実現した。また、仮想マシンリソースの増強についても、数分間というごく短時間で可能であることから、保守運用の観点から有効なことが確認できた。

しかしながら、仮想化対応した呼処理における信号処理 TAT の計測結果を確認したところ、まれに TAT が大きくなる現象が確認された。この現象は、IMS サービスの品質を担保するために、今後の実用化にあたって取り組むべき課題である。

1) プロキシ呼セッション制御機能の仮想化

プロキシ呼セッション制御機能を仮想化することにより、サービス負荷に応じて動的なコンピュータリソースの割当変更、および再構成を行い、IMS サービスの柔軟な通信処理リソースの変更が可能となった。

具体的には、プロキシ呼セッション制御機能を Hypervisor 上で動作可能とするための研究開発を行い、与えられたコンピュータリソース上でプロキシ呼セッション制御機能を動作可能とした。

2) サービス呼セッション制御機能の仮想化

サービス呼セッション制御機能を仮想化することにより、サービス負荷に応じて動的なコンピュータリソースの割当変更、および再構成を行い、IMS サービスの柔軟な通信処理リソースの変更を可能とした。

具体的には、サービス呼セッション制御機能を Hypervisor 上で動作可能とした。また、与えられたコンピュータリソース上でサービス呼セッション制御機能を動作可能とした。

3) 仮想化された呼セッション制御のための保守管理機能

仮想化対応したプロキシ/サービス呼セッション制御機能が、サービス負荷に応じて、柔軟に通信処理リソースを変更可能とするように、通信サービス実行制御技術からの指示に従い、状況に応じた構成変更を可能とする呼セッション制御の保守管理機能を実現した。

具体的には、通信サービス実行制御技術からの指示に従い、状況に応じた呼セッション制御機能の構成変更が可能となるように、サービスの起動・停止手順、および設定作業の簡素化を実現した。

4) 呼セッション制御ミドルウェアの仮想化

呼セッション制御における仮想化基盤に対応したミドルウェア機能を開発し、呼セッション制御機能が仮想化基盤上でサービス負荷に応じて、動的なコンピュータリソースの割当変更、および再構成、処

理能力の変更を行えるようにした。

具体的には、呼セッション制御ミドルウェア機能を仮想化に適した OS 上で動作可能とした。また、呼セッション制御ミドルウェア機能を Hypervisor に対応させた。

3. 2 柔軟なトラフィック処理が可能なネットワーク制御技術に関する研究開発

ネットワークの異常事態に対応するため、ネットワーク構成を適正に変化させるとともに、優先度の高い通信サービスを利用しているトラフィックとその他を分別した上で、トラフィックを柔軟に処理することが可能な柔軟性の高いネットワーク制御技術が適正に動作可能であることを実証実験で確認する。具体的には、複数拠点間で複数の通信サービス利用を模擬した実証実験環境において、擬似的に輻輳や障害を発生させ、ネットワーク構成を変化させるとともに、通信サービスに応じた優先度が設定され、それに基づいた異常事態からの回復が適切に実施されることを実証する。

課題イ) -1、イ) -2 の個別課題について、後述の通り目標を達成し、全体を統合した実証実験により、目標達成を確認した。

3. 2. 1 柔軟なトラフィック処理が可能なネットワーク制御アーキテクチャの研究開発

3. 2. 1. 1 実施計画に記載した成果目標

柔軟なトラフィック処理が可能なネットワーク制御のためのアーキテクチャを研究し、ネットワーク転送装置の基本構成、およびネットワーク制御方式について明らかにする。各研究開発課題の成果を連携させ実証実験を運営・実施することにより目標達成を確認する。

3. 2. 1. 2 達成状況の概要

移動網の運用という側面に留意しながら、柔軟なトラフィック処理が可能なネットワーク制御を行うため、フローベースネットワーク制御技術を用いたネットワーク動的再構成技術をもとに、課題ア) -2 や課題ア) -3 で行う通信処理リソース制御との有機的連携を図り、ネットワーク構成が任意に変更されても、優先度の高い通信サービスのトラフィックとその他を分別した上で、トラフィックを優先度に応じて適正に処理することが可能であるアーキテクチャを提案し、その具現化に必要なシステムのコンポーネントの定義、および、コンポーネント間のインタフェース定義を行った。その成果を、「インタフェース仕様書」にまとめた。

3. 2. 2 フローベースネットワーク制御技術を用いたネットワーク動的再構成技術の研究開発

3. 2. 2. 1 実施計画に記載した成果目標

サービスの優先度に応じて低優先トラフィックに対する抑制を行うとともに、ネットワークに発生した各種イベント（リンク断など）の収集とサービス特性（トラフィック種別など）に応じてトラフィックを個別フローとして管理する経路制御、優先度の高い基本サービスのためのネットワークリソースの動的な再構成を可能とする技術を確立する。

まず、P-GW のパケット処理部および呼処理制御部においてパケットに対してクラスベースのトラフィック識別情報を付与し、フロー交換機能による高優先の通信トラフィックの識別を可能とする。大規模災害により輻輳が発生した状況下において、音声通信やパケット通信の完了率を上げるため、低優先トラフィックを抑制する技術（「トラフィックの優先度に応じた転送制御技術」）を設計／試作する。

次に、特性（トラフィック種別など）に応じたトラフィックを個別フローとして管理し、またステータスに経路を管理し、かつトラフィックの優先度に応じて経路を制御する機能と、ネットワークに発生した各種イベント（リンク断など）を収集する機能とを連携させることで、イベントに紐づいたフローの特定、および経路の動的な割当を行う経路制御技術（「ネットワークに発生する各種イベントに基づいた経路制御技術」）を設計／試作する。

加えて、モバイルネットワークの呼処理などの基本サービスが輻輳状態になった場合に、局舎内の他のサービス網のリソースを動的に再構成するため、ネットワーク構成変更（トンネリング等）を実施し、基本サービス用の仮想ネットワークを生成する技術（「ネットワークリソースの動的再構成技術」）について設計／試作する。

また実証実験環境において、ネットワークの構成が変化しても優先度の高い通信サービスのトラフィックとそれを分別した上で、トラフィックを優先度に応じて柔軟に処理することが可能なことを確認する。

成果目標の設定理由を以下に示す。

- ・大規模災害時において、通信ネットワークを構成する伝送路や通信設備に物理的な障害が同時多発的に発生し、通信途絶や輻輳が発生した場合などに、音声通信やパケット通信の完了率を上げるため
- ・基本サービスが輻輳状態になった場合に、柔軟にサービス網間を接続し、かつ仮想ネットワークを生成することで局舎内の他のサービス網のリソースを動的に再構成するため

3. 2. 2. 2 達成状況の概要

本研究開発では、柔軟なトラフィック制御を実現するため、OpenFlow 技術を用いて、サービスの優先度に応じて低優先トラフィックに対する抑制を行うとともに、ネットワークに発生した各種イベント（リンク断など）の収集とサービス特性（トラフィック種別など）に応じてトラフィックを個別フローとして管理する経路制御、優先度の高い基本サービスのためのネットワークリソースの動的な再構成を可能とする技術を確立した。

また、実環境において OpenFlow ネットワークと従来技術を用いたネットワークとが混在することを考慮し、従来技術と混在したモバイルネットワークにおける動的なネットワーク環境の再構成を可能とする技術を確立した。

技術確立にあたり、以下の技術の研究開発を行った。

- ・トラフィックの優先度に応じた転送制御技術
- ・ネットワークに発生する各種イベントに基づいた経路制御技術
- ・ネットワークリソースの動的再構成技術

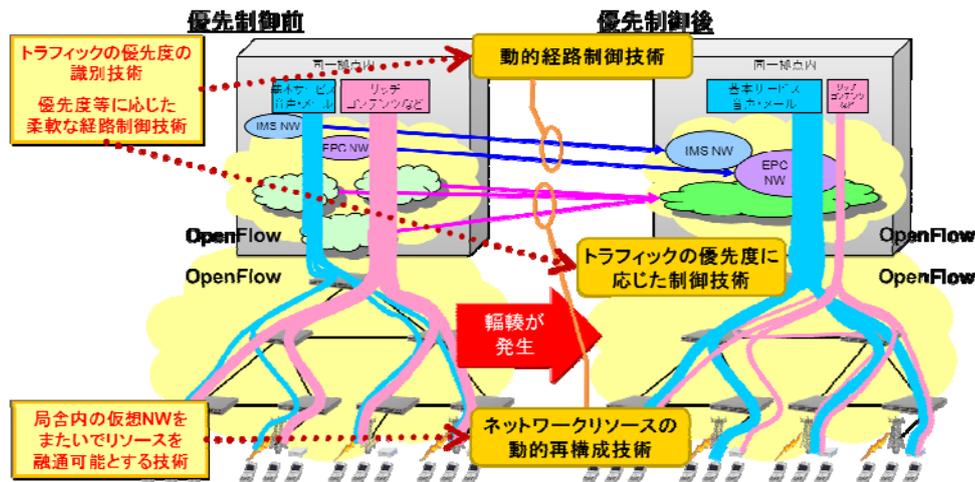


図6 フローベースネットワーク制御技術を用いたネットワーク動的再構成技術の概要

研究開発において試作したこれらの技術を用いて、災害時を想定したトラフィックを加え、ネットワークを輻輳させた状態での実証実験を行った。その結果、高優先度の通信パケットはほとんど廃棄されない（低優先度の通信パケットの廃棄率に比べ 1/1000 以下の低確率）ことから、優先度の高い通信が、優先度の低い通信に比べ、高い品質で通信できていることを実証した。

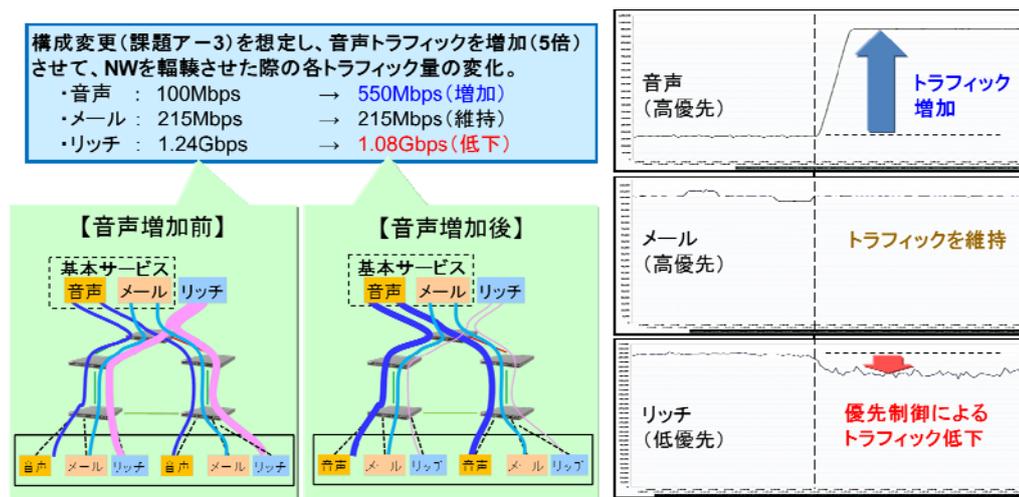


図7 優先度制御の実証実験結果

(1) トラフィックの優先度に応じた転送制御技術

音声通信やメール通信などの高優先トラフィックの完了率が低下する課題を解決するため、パケット毎の優先度を識別可能とし、優先度に応じた制御を可能とするための試作を行った。

具体的には、DiffServ (Differentiated Services) を用いたクラスベースの QoS 保証 (複数の通信フローをまとめていくつかのクラスとし、クラス毎に異なる QoS ポリシを適用) を実現する機能を試作した。これを用いて受信パケットの通信フローとクラスの識別 (QoS クラスのマーキング) を行い、通信サービスの優先度に応じた識別を可能とした。

モバイルアクセス網における QoS 制御は 3GPP において PCC (Policy and charging control) architecture の中で標準化されている。このため、QoS クラスのマーキングは PCC ルールに基づいて行っている。今回の評価では、1人のユーザが1つの通信サービスを使用することを前提としている。

実際の利用シーンを想定すると、1人のユーザが複数の通信サービスを使用する前提となるため、実用化に向けては、そのような状況下においても正常に識別可能なものとしていく必要がある。

(2) ネットワークに発生する各種イベントに基づいた経路制御技術

フローベースでのネットワーク制御を用いて、個別フロー毎の各スイッチへの設定状態や通信量などの統計情報をコントローラで一元的に管理するステートフルな経路制御を実現し、さらに優先度を加味した経路の割当技術を実現した。また、ネットワークに発生した各種イベント（リンク断や新規ノード接続）を収集し、イベントに紐づいたフローの特定、および経路の割当を行う経路制御技術を実現した。

本成果により、大規模災害などの状況下において、ネットワーク上に発生するさまざまなイベントに応じた柔軟な経路制御が可能となった。

(3) ネットワークリソースの動的再構成技術

基本サービスが輻輳状態になった場合に、局舎内の他のサービス網のリソースを有効に活用し、基本サービスへのリソース割当が可能となるようネットワークを動的に再構成するため、同一局舎内を対象として、ネットワーク構成変更（トンネリング等）をすることで基本サービスにリソースを割当てるための仮想ネットワークの生成を可能とし、サービス間におけるリソースの動的な再構成を可能とする技術を実現した。

具体的には、サービス単位で構成される OpenFlow ネットワークのセグメントを、OpenFlow 制御によるトンネリング技術により接続することで、仮想ネットワークを構築し、物理的に異なる OpenFlow ネットワークのセグメント間のシームレスなフローベース制御を実現した。

本成果により、輻輳時に単一の局舎内に存在する異なるサービス用のサーバプールに存在するリソースを集めることにより、基本サービス用サーバ能力を強化することが可能となった。

3. 3 ネットワーク状況管理運用技術に関する研究開発

既存の通信ネットワークの設備設計に準じた信頼性が確保可能であることを確認するため、異常事態が発生した場合において、通信サービス制御と連動しながら通信サービス毎に割当が変更されたコンピュータリソースとネットワークリソースの個別具体的な状態を把握（新規割当されたリソース量、管理情報の追加・消去（解放）などの一連の構成管理）可能であることを実証する。

また、異常事態に応じた伝送路の迂回などのネットワーク構成が変化した場合に、ネットワークの構成等に関する必要な情報を収集し、ネットワーク全体の状況が把握できることを実証実験で確認する。

具体的には、複数拠点間で複数の通信サービス利用を模擬した実証実験環境において、擬似的に輻輳や障害を発生させ、通信処理リソースやネットワーク構成が変化した場合においても、ネットワークで発生している事象を含めた全体像を運用が容易な最適な形態で情報が表示されることを実証する。

課題ウ) -1、ウ) -2、ウ) -3 の個別課題について、後述の通り目標を達成し、全体を統合した実証実験により、目標達成を確認した。

3. 3. 1 柔軟性を有するネットワークの状況管理アーキテクチャの研究開発

3. 3. 1. 1 実施計画に記載した成果目標

ネットワーク状況管理運用のためのアーキテクチャを研究し、管理・制御装置の基本構成、および、

システム化方式、システム間接続方法について明らかにする。また、各研究課題の成果を連携させ実証実験を運営・実施することにより目標達成を確認する。

3. 3. 1. 2 達成状況の概要

移動網の運用という側面に留意しながら、通信処理リソース制御に対応した可視化技術、および通信ネットワーク動的再構成に対応した可視化技術、通信処理リソース制御基盤、ならびに仮想マシン上で実行される通信サービスアプリケーションを制御する「仮想化基盤に対応した通信サービス制御」の有機的連携を進め、通信サービス毎に割当が変更されたリソースの個別具体的な状態や仮想化された通信処理リソース制御基盤の状態を把握することが可能なことを確認し、動的に再構成される通信ネットワークの環境下においてもネットワークの全体構成を把握し、異常状態が通知できることを実証実験により確認した。

3. 3. 2 通信処理リソース制御に対応した可視化技術の研究開発

3. 3. 2. 1 実施計画に記載した成果目標

通信処理リソース制御を導入したシステムにおいて、従来から可能であったハードウェア設備、オペレーティングシステム等の基盤、通信サービスの構成や状態を管理/監視することに加え、仮想化された通信処理リソース制御基盤の状態を管理/監視するネットワーク管理システムおよびユーザインタフェースを設計/試作する。

特に、通信処理リソースが仮想化されており、ハードウェアとその上で提供されるサービスの1対1での対応付けが困難な状況下において、特定の通信サービスのリソースに余裕があるか、逼迫（輻輳状態）しているかを把握し、リソースの増強等の判断を行うために必要な情報を管理者に対して提供できることを確認する。

成果目標の設定理由を以下に示す。

通信処理リソース制御を導入することにより、通信処理リソースに柔軟性が増す一方で、システムにおけるハードウェア/OS/サービスの対応関係が従来の1対1から、 m 対 n へと複雑になる。この際、こうした対応関係をも意識しつつ、それぞれのレイヤにおける負荷状況を適切に把握することが必要になるため。

3. 3. 2. 2 達成状況の概要

仮想化された通信処理リソース制御基盤の状態を管理/監視するネットワーク管理システムおよびユーザインタフェースを設計/試作し、仮想化された通信サービスの処理能力の不足を速やかに、かつ的確に把握することを可能にする可視化技術について、それを構成する次の3つの技術の研究開発を行った。

- ・仮想リソースモデリング技術

動的構成変更に従って仮想化された通信システムと物理リソースとの関係を自動的に把握し、サービスの稼動状況を管理する技術

- ・仮想リソース構成把握技術

効率的にリソースの全体状況を把握する技術

- ・サービス体感品質計測技術

外部からパケットの挙動を監視することで、通信システムが提供するサービスの稼働品質状況を把握する技術

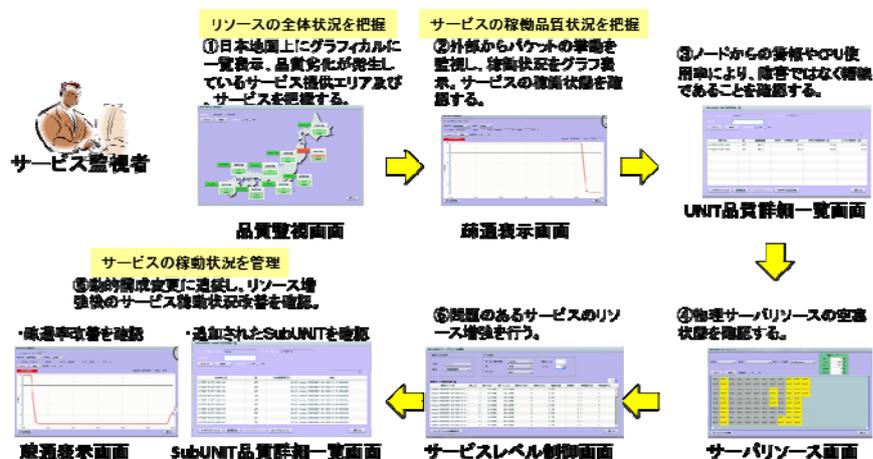


図 8 リソース増強判断に必要な情報を提供する GUI

このシステムを実際の移動通信サービスを模擬したテストベッドで動作させ、リソース増強判断に必要な情報を管理者に提供できることを実証し、GUIについては主観品質評価を実施して評点平均値 3.17 とおおむね良好な値を得た。

これにより、通信サービスの仮想化運用システムを開発する見通しを得た。

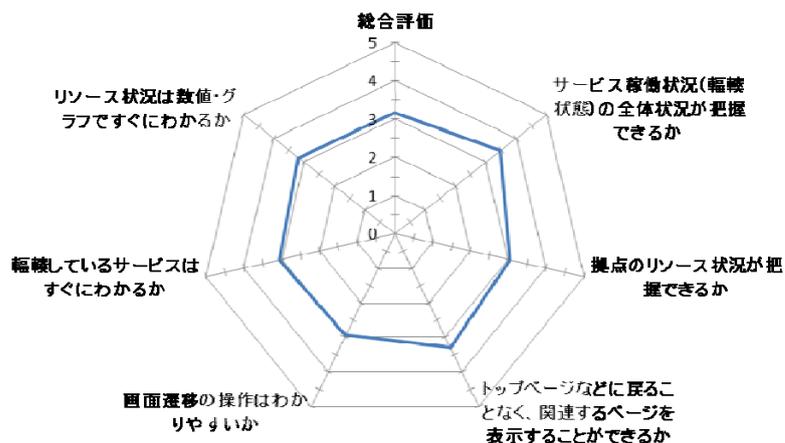


図 9 評点のレーダーチャート

3. 3. 3 通信ネットワーク動的再構成に対応した可視化技術の研究開発

3. 3. 3. 1 実施計画に記載した成果目標

課題ウ) -1 で実現するシステム全体の状況を管理/監視するために必要な情報を収集・分析し、その情報の適切な可視化を行うユーザインタフェースを設計/試作し、システムの運用・管理者がシステム全体の状況を視覚的に把握することを可能とする。

また、通信処理リソースを仮想化することにより、柔軟にサーバの配置やネットワーク構成の動的な変更を行うことが可能となるが、動的に再構成される通信ネットワーク環境下においても、的確に全体状況を把握し、異常事態を通知できることを確認する。

成果目標の設定理由を以下に示す。

通信ネットワークを動的に再構成可能とすることにより、従来は IP レベルで管理されていた通信が、

フローベースで管理される。また、フロー単位で通信が制御されるようになるため、フロー単位でのネットワーク負荷状況を把握することが必要になるため。

3.3.3.2 達成状況の概要

動的に再構成される仮想通信ネットワークにおいて、初めてフローネットワークを可視化し、動的に再構成される通信ネットワーク環境下においても的確に全体状況を把握して異常事態を通知することを実証し、大規模災害時の通信機器の被災による通信障害を迅速に復旧できる見通しを得た。

主な達成内容は以下の点である。

- ・フローの E2E 表現形式（モデル）の設計（同一種フローの情報合算、フローの合流／分離、上り／下り識別、優先／非優先識別等）
- ⇒ 基地局から通信ノード間の通信（フロー）を束ねたアクセスフローという概念を定義
- ⇒ フローを束ねて統計情報を収集し、フロー統計情報のデータ転送量を 100 分の 1 以下に圧縮
- ・ノードと管理システムの機能分担／フロー可視化方法論の検討／設計
- ・移動網における通信経路管理に関わる Northbound I/F の例示

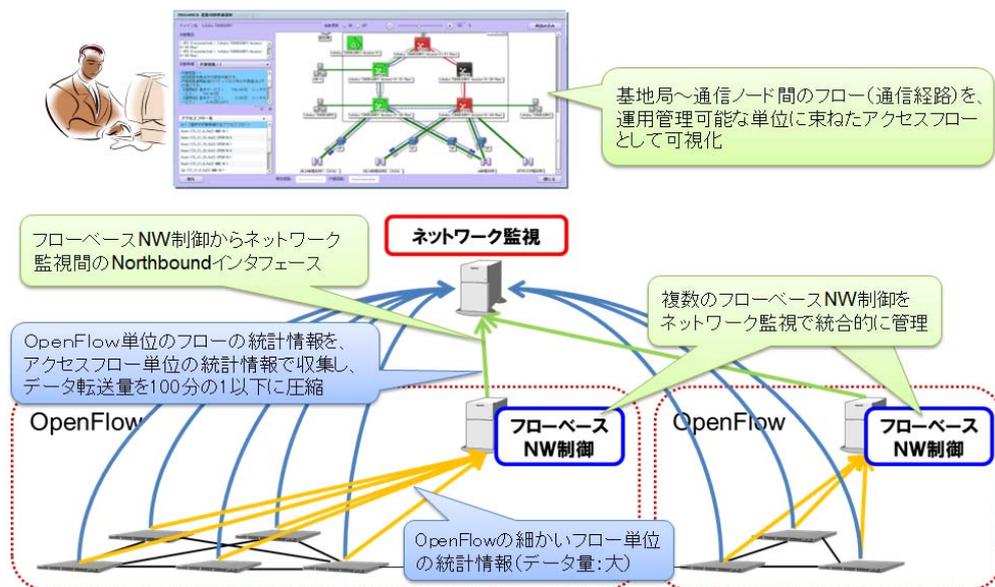


図 10 通信ネットワーク動的再構成に対応した可視化技術の概要

また、ネットワーク経路再構成の実施是非判断を可能とする画面インターフェースの主観品質評価を実施し、評点平均値 3.10 とおおむね良好な値を得た。

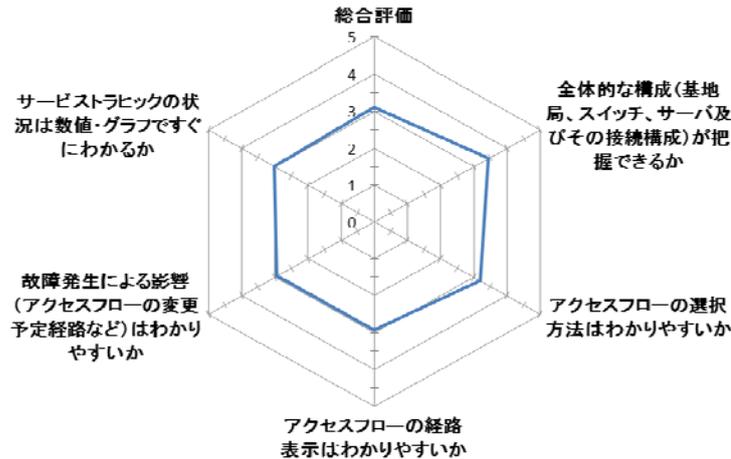


図 11 経路再構成に対応した画面インタフェース評価の評点のレーダーチャート

3. 4 災害時に役立つアプリケーション／サービスに関する研究開発

大規模災害が発生すると、その直後から安否確認や、被災状況確認、避難指示等を目的とした重要通信の要求が急激に増大する。東日本大震災では、東北地域で通常時の約 60 倍、東京 23 区内でも約 50 倍の通信要求が発生し、通信サービスを安定的に提供するために大きな困難をとらえた。事実、そのような交換能力を大幅に超える通信要求に対処するため、最大で 95% の通信規制が課され、20 の発呼に対し、1 呼の割合 (5%) でしか交換処理が完了 (疎通) しなかったというケースも報告されている。

携帯電話などの移動通信サービスは重要な社会インフラの一部と認識されており、大規模災害時であっても同サービスを安定的に提供することが期待される。このような状況に鑑み、同等な規模の通信要求が生じて、4 の発呼に対し 1 呼の割合で疎通を確保 (処理能力を 5 倍に拡大) することを目標とし、それを達成するシステムが動的な通信制御技術により構築・運用可能であることを示すことを検討している。

しかし、このような動的な通信制御を実施すると、音声通信等による安否確認等の重要な通信を優先的に制御するため、画像等のリッチメディアコンテンツを扱うパケットサービスが利用しにくくなる可能性がある。一方、最近提案され始めている、災害時の使用を想定したアプリケーション・サービスは、パケットサービスの利用を前提としており、これらの使用が困難になることが予想される。そこで、この研究課題では、動的な通信制御下においても動作可能となるアプリケーション方式を採用した、災害時に役立つアプリケーションを試作開発し、実験によってその有効性を実証することを目標とする。

3. 4. 1 災害時に安否等の情報を共有するスモールコミュニティ内での安全な情報管理技術の研究開発

3. 4. 1. 1 実施計画に記載した成果目標

家族や友人、職場の仲間、地域コミュニティなど、人間的関係の強い集団 (これをスモールコミュニティと呼ぶ) 内での情報を管理する枠組みを提供し、あるスモールコミュニティに登録されたメンバーの安否や行動情報など、個人情報や安全に管理し共有するために必要となる、メンバーの登録や削除、情報閲覧の範囲の制御や本人確保などのセキュリティ保護技術を東北大学の技術を利用して確立し、これらを実装したサービスが、移動通信ネットワークの動的制御によって有効に機能することを検証する。

3. 4. 1. 2 達成状況の概要

被災地を中心とした居住者を対象に実態調査（アンケート形式：有効回答件数 451 件）を実施し、災害時に役立つアプリケーションおよびサービスの要件抽出とその定義を行い、アプリケーションに実装した。

本アプリケーションは、主に家族などの近親者を中心とした、数名から十数名程度のコミュニティを形成し、コミュニティ内で閉じた安否情報の交換を可能とした。コミュニティのセキュリティについては、メールアドレスとパスワードと、その暗号化通信による安全性の確保だけでなく、より物理的な繋がりを重視するために、コミュニティの開設者が発行する秘密鍵を参加者に通知することで、高いセキュリティを確立した。これにより所在地等のプライバシー情報を開示する等の、災害時のプライバシー情報の共有への躊躇を排除した。

また、本アプリケーションにおいては、画像等のメディアデータをそのまま送信する「通常時モード」とメディアデータの特徴情報を抽出して特徴データのみをサーバに送信する「災害時モード」を開発し、一般的なユーザビリティを損なうことなく、ネットワークの状況に応じて送受するデータ量を極小化させる機能を実装した。

このアプリケーションを用いて、ネットワークの動的制御環境下にて動作検証し、その可動性を検証した。

3. 4. 2 災害時に利用者の避難行動や安全の確保を確実にする情報の可視化技術の研究開発

3. 4. 2. 1 実施計画に記載した成果目標

災害時に端末利用者の身を守るための情報、たとえば最適な避難ルート、避難施設などの状況、各所の浸水や火災・倒壊などによる危険状況、交通機関の稼働状況、飲料水や食料などの入手可能性を逐次収集し、提供または閲覧するための技術を東北大学の技術を利用して確立し、これらを実装したサービスが、移動通信ネットワークの動的制御によって有効に機能することを検証する。

3. 4. 2. 2 達成状況の概要

本アプリケーションでは、前述の課題「災害時に安否等の情報を共有するスモールコミュニティ内の安全な情報管理技術の研究開発」と同様に、被災地の居住者を中心としたアンケートをもとに災害時に役立つアプリケーションおよびサービスの要件抽出とその定義を行い、アプリケーションに実装した。

本アプリケーションには、前述課題と同様の「通常時モード」と「災害時モード」を実装し、一般的なユーザビリティを損なうことなく、ネットワークの状況に応じて送受信データ量を極小化させる機能を実装した。「災害時モード」には、画像特徴量を用いたデータの極小化だけでなく、文字領域の抽出技術を応用し、看板等を撮影した画像情報から文字が含まれる領域のみを抽出してデータ送信することで、伝達情報の重要な部分を欠損する事なく、データを極小化させる技術も確立した。

このアプリケーションを用いて、ネットワークの動的制御実験環境下にて動作検証し、その可動性を検証した。

3. 4. 3 災害時に被災者救援スタッフの活動を支援するための情報管理技術の研究開発

3. 4. 3. 1 実施計画に記載した成果目標

大規模災害等が発生した被災地において亡くなられた方の身元確認活動に従事されている人々が、活

動を円滑に行い、可能な限り速やかに遺体の身元を特定することを支援するためのプラットフォーム技術の確立を、東北大学が検討・整理した機能要件を用いて行ない、これらを実装したサービスが、移動通信ネットワークの動的制御によって有効に機能することを検証する。

3. 4. 3. 2 達成状況の概要

東北大学の青木教授らが提案しているこれまでの歯科情報による身元確認システムは、検案所で収集した遺体の歯科情報を県の警察本部などに持ち帰り、そこで各歯科医院から提供された生前の歯科情報と照合する仕組みである。従来の方法ではデータを格納した媒体や、デンタルチャート、口腔内写真などを持ち帰るために時間がかかることや、持ち帰った後に不足データがあったり、収集した資料間の紐付けが不十分だったりした場合、初めからやり直しになるなど、効率の点で課題があった。これらの課題に対し、災害時の実際の運用を基本に要件定義を行い、歯科情報をタブレット端末からエントリおよび蓄積し、蓄積データをクラウド上のサーバへ送信するためのクライアントアプリケーションと、タブレット端末から送信されたデータを格納および照合するためのサーバアプリケーションに機能を分割し、それぞれ試作した。

サーバへのデータ送信については、デンタルチャートの数値データのみを送信し、通信の改善状況に応じて、写真等の付加情報も送信する仕組みを実装することで、処理の継続性を確保した。

試作したクライアントアプリケーションは、警察の鑑識係職員や検死技術を持つ歯科医師などから構成される研修会にて操作性を検証し、その評価により有効性を実証した。また、前述の2つの課題と同様に、ネットワークの動的制御実験環境下にて動作検証し、その可動性を検証した。

3. 5 研究開発成果の社会展開のための活動実績

3. 5. 1 NICT との連携・テストベッド等の利用

実証実験システムは、横須賀リサーチパーク（YRP）に関東拠点として1拠点分の設備を、東北大学内に東北拠点／拠点3／拠点4の設備を配置し、YRPと東北大学間をNICTと連携しJGN-Xを利用し接続した。実証実験環境の全体構成を図12に示す。

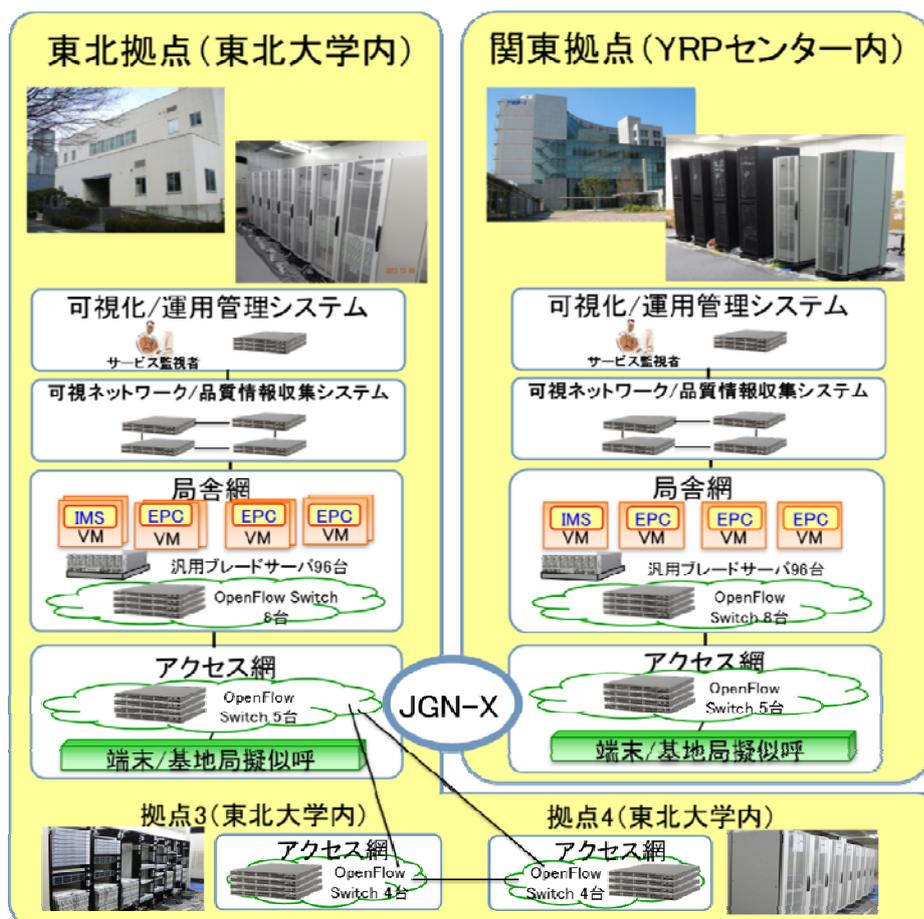


図 12 全体システム構成

3. 5. 2 標準化に向けた取り組み状況

本研究開発で開発した技術を対象とする、米国と中心とする業界団体である ONF (Open Networking Foundation)、および、欧州を中心として設立された標準化団体 NFV-ISG (Network Functions Virtualization Industry Specification Group) に対して積極的な提案活動を展開し、特に ONF においては、その提案内容の先進性が評価されたことから副議長等標準文書を取りまとめて行く主要な役職の獲得に成功した。

3. 5. 2. 1 ONF における標準化活動

Architecture & Framework Working Group において OpenFlow の Northbound API に関する標準化提案を、Configuration and Management Working Group において OpenFlow の設定管理に関する標準化提案をそれぞれ実施した。それぞれの WG において、その活動成果が認められ、研究開発機関の 1 つである日本電気株式会社が、両 WG の Vice Chairman のポジションを獲得した。両 WG において継続的な活動を図り、今後も標準化活動をリードし、2013 年下期からの具体的な提案活動を行っていく予定である。

また、本研究開発で検討を行った OpenFlow Controller と運用管理システムとの間の詳細インタフェースについても、2014 年 10 月頃から約 2 年間の計画で提案を行うことを検討している。

3. 5. 2. 2 NFV-ISG における標準化活動

欧州を中心とする標準化団体 ETSI (The European Telecommunications Standards Institute) の配下に本研究開発で開発した技術を検討対象とするグループ NFV-ISG (Network Functions Virtualization Industry Specification Group) が、2012 年 11 月に発足した。この標準化団体も活動の対象とし、提案活動に着手している。具体的な技術の提案は、2013 年下期から開始していく予定である。

3. 5. 3 実用化に向けた取り組み状況

研究開発した動的通信制御技術は、それらを提供する通信事業者により利用されることを想定し、必要となる技術の開発を進める。

今回の研究開発で、基本となる要素技術を確立したが、その後、多様な周辺技術とともに商用製品に搭載する取り組みが進み、それらの機能が充実されていくことが必要である。そのような周辺技術には、通信サービスの品質の維持に必要な仕組みや、長期間サービスを継続できる信頼性を実現する(可用性を確保する)仕組みがある。また、それぞれの技術は国際標準として採用され、市場において低廉な機器が普及していくことも併せて必要となる。

また、本研究開発の技術は、「クラウド事業者」や「サービスプロバイダ」、「小規模な通信事業者」に利用されるソリューションにも適用できるものとして、併せて検討を行っていく。また、通信混雑が生じる災害時に役立つアプリケーション・サービスに関する研究成果は、自治体等により利用されることを想定し技術開発を進めるとともに、利用に向けた働きかけを行う。

3. 5. 4 対外発表／成果に係る取り組み状況

特許出願数、論文掲載数、研究発表数、報道発表数のそれぞれについて研究開発期間中に達成する目標を設定した。研究開発を実施する中で当初目標を上回る成果を得た。

それぞれの目標および達成状況は後述のとおりである。

3. 5. 5 人材の確保・育成に係る取り組み状況

人材の確保については、研究開発の円滑な進行、ならびに実用化への研究開発活動につなげることを目的とし、各共同研究機関の研究開発部門の人材に加え、事業部門の人材も本研究開発に参画する体制により研究開発を推進した。その結果、技術評価環境の構築から、実証実験の計画策定とその実施を通じて、3GPP 準拠の実際のネットワークに近い環境のもとで実証的な検討に基づいた研究成果を得た。

人材の育成については、若手人材育成の観点から、東北大学大学院の学生 2 名をインターン生として受入れ、実証実験設備に流れるトラフィックの測定と分析作業に従事させた。通信事業者や関連企業に所属していない限り触れることが困難な実際の通信システムを対象に、トラフィックの測定装置を利用し測定することは、学生の興味を引き、限られた期間の中で有意義な成果をあげた。

3. 5. 6 研究開発運営委員会の開催

本研究開発の実施にあたり、研究開発の方針、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方、研究開発のプロジェクト管理等について助言を得ることを目的として、外部の学識経験者、有識者、行政関係者等で構成する「移動通信ネットワークの動的通信制御技術のための研究開発運営委員会」を設置した。

表 2 に示す学識経験者、有識者、行政関係者等により委員を構成し、表 3 に示すように 3 回の委員会を開催した。

第 1 回の研究開発運営委員会において、九州工業大学 情報工学部 鶴正人教授が座長として選任され、全 3 回の委員会を進行した。

表 2 委員一覧

鶴 正人	九州工業大学 情報工学部 教授
山崎 憲一	芝浦工業大学 デザイン工学部 教授
西永 望	情報通信研究機構 ネットワークシステム総合研究室 室長
前田 洋一	情報通信技術委員会 代表理事専務理事
高橋 裕	仙台市 経済局 局長

(敬称略)

表 3 委員会の開催日時・場所

	開催日時	開催場所
第 1 回	平成 24 年 5 月 25 日 (金)	(株)日立東日本ソリューションズ本社 801 会議室
第 2 回	平成 24 年 8 月 30 日 (木)	仙台国際センター 小会議室 8
第 3 回	平成 25 年 1 月 29 日 (火)	東北大学 さくらホール 大会議室

3 回の委員会では、研究開発の進捗状況に応じて、技術的な側面に加えて成果の表現方法や、研究開発の進め方について多くの有益な助言を得た。

第 1 回委員会では、研究開発内容の概要について説明を行った。これを受けて、委員から、以下の観点から検討を行うよう指摘を受けた。

- ・ 個別の要素技術は汎用性が高いため、幅広い成果の展開方策を検討すること
- ・ 研究成果のわかりやすい形での市民等への提供の在り方を検討すること

第 2 回委員会では、進捗状況、成果目標達成に向けた今後の取り組み方針等について説明を行った。これを受けて、委員から、以下の観点から残りの検討を進めるよう助言を受けた。

- ・ 成果目標「5 倍」の一般市民等にも理解しやすい説明の仕方を検討すること
- ・ 並行して進めている研究開発を含めた効率的な研究開発の遂行方策を検討すること

第 3 回委員会では、実証実験の進捗状況、実証実験の成果見通し等について説明を行った。委員から、それぞれの課題に設定した目標が確実に達成できる見通しであり、適切に研究開発が進められていること、今後に向けて標準化活動をさらに進めていくこと、実社会への貢献を具体化していくことについて助言を受けた。

3. 5. 7 耐災害 ICT 研究協議会への参画

本研究開発の進捗管理、成果の情報共有、外部への情報発信、標準化推進等を行うことを目的として

設置された耐災害 ICT 研究協議会、および、耐災害 ICT 研究シンポジウムに参画し、以下に示すとおり研究開発内容の報告を行った。

表 4 耐災害 ICT 研究協議会・シンポジウムでの報告内容

	開催日時	報告内容
第 1 回耐災害 ICT 研究協議会・シンポジウム	平成 24 年 5 月 30 日	研究開発の概要説明を行った。
第 2 回耐災害 ICT 研究協議会	平成 24 年 10 月 26 日	研究開発の進捗状況、デモンストレーションの概要、想定される社会還元等について説明を行った。
第 2 回耐災害 ICT 研究シンポジウム	平成 25 年 3 月 25、26 日	研究開発内容の概要および研究開発を通じて得られた結果について説明を行った。

3. 5. 8 研究成果の情報発信

本研究の成果について、各研究機関がそれぞれ、電子情報通信学会や情報処理学会等国内外の学会・フォーラム・シンポジウム等での発表、招待講演、論文誌への投稿、社内外の展示会、およびプレス対応等を実施した。

2012 年 11 月 22 日には、研究開発に必要な設備の構築を完了した旨の報道発表を、共同研究機関各者の連名により行った。本報道発表の内容に対して、以下のような報道機関やメディアによる掲載があり高い評価を得ている。報道発表により本研究開発の取り組みを広く情報発信する目的を達成できたと考ええる。

報道機関やメディアによる掲載リスト

■日経産業新聞

11 月 26 日（月）朝刊（3 ページ）

「つながりやすさ 5 倍、災害時通話・メール、ドコモが技術。」

■ITpro（日経コミュニケーション）

11 月 22 日（木）

「NTT ドコモが災害時の混雑緩和技術で実証実験、OpenFlow を活用」

■マイナビニュース

11 月 26 日（月）

「東北大学に大規模災害時における通信混雑緩和技術の実証実験設備を構築」

■ケータイ Watch

11 月 22 日（木）

「大規模災害で安否確認通信を優先、ドコモや東北大学らが実験」

4 研究開発成果の社会展開のための計画

4. 1 国際標準化の取組みについて

本研究開発で実証した技術分野の標準を議論する、米国を中心とする団体 ONF（Open Networking

Foundation) に対して、アーキテクチャの検討を行う Architecture & Framework Working Group、および、制御管理の仕組みの検討を行う Configuration and Management Working Group において積極的に活動に参画し検討の方針付けを実施する。2013 年下期から Northbound API や設定管理等具体的な技術内容の提案活動を実施する。また、本研究開発で確認した OpenFlow Controller と運用管理システムとの間のインタフェースについて 2014 年 10 月頃から約 2 年間の計画で提案を実施することを検討している。

同じく本研究開発で実証した技術分野の標準を議論する、欧州を中心とする標準化団体 ETSI (The European Telecommunications Standards Institute) の NFV-ISG (Network Functions Virtualization Industry Specification Group) に対しても、2013 年下期からの具体的な技術提案に向け検討の方針付けに貢献するべく提案活動を続ける。

4. 2 実用化に向けた取組みについて

研究開発した動的通信制御技術については、それらを提供する通信事業者により利用されることを想定して、必要となる技術の開発を進める。今回の研究開発で、基本となる要素技術を確立したが、その後、多様な周辺技術とともに商用製品に搭載する取り組みが進み、それらの機能が充実されていくことが必要である。そのような周辺技術には、通信サービスの品質の維持に必要な仕組みや、長期間サービスを継続できる信頼性を実現する（可用性を確保する）仕組みがある。また、それぞれの技術が国際標準として採用され、市場において低廉な機器が普及していくことも併せて必要となる。また、本研究開発の技術は、「クラウド事業者」や「サービスプロバイダ」、「小規模な通信事業者」に利用されるソリューションにも適用できるものとして、併せて検討を行っていく。また、通信混雑が生じる災害時に役立つアプリケーション・サービスに関する研究成果は、自治体等により利用されることを想定し技術開発を進めるとともに、利用に向けた働きかけを行う。

4. 3 研究開発成果を発展させる後継プロジェクトについて

通信処理能力を災害時に緊急増強する方法として、当研究開発とは別の方法として、比較的余力のある離れた地域の通信処理能力を有機的に連携させる技術の研究開発（大規模通信混雑時における通信処理機能のネットワーク化に関する研究開発）を今年度実施している。

4. 4 波及効果について

本研究開発は移動通信ネットワークを対象としているが、音声通信の通信処理に同様な仕組みを利用している固定の音声電話サービスへ適用することが可能であるため、広く災害や輻輳に強い通信ネットワークの構築に資することが期待される。また、当研究開発で開発した技術は、大規模災害時における通信処理リソースの緊急増強を目的としているが、大規模災害に限らず、通信事業者が直面する日常の予測不可能な通信混雑への対策としても利用が可能である。現在の通信サービスは、予想されるトラフィックに対して十分な余裕を持った通信処理リソースをあらかじめ用意することで、必要とされるサービス品質を提供するよう設計されているが、同時に余剰な通信処理リソースを保有することになり効率性に課題がある。本研究開発の技術を利用し必要なリソースを動的に割当てる方法により、余剰な通信処理リソースを削減し、効率を高められる可能性がある。

災害時に役立つアプリケーションやサービスについては、災害時の輻輳状況下で有用に機能する仕組みを研究開発している。これらの機能は災害の実情に関する十分な経験を踏まえた実用的なものであり、自

治体等が想定する災害対策に資する製品やサービスに応用されることが期待される。

5 査読付き誌上発表リスト

なし

6 その他の誌上発表リスト

[1]窪田好宏・大橋正彦・川口金司（富士通）、“フローベース・通信サービスの可視化技術”、雑誌 FUJITSU 11月号 Vol.63 No.6 pp634-639 (<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jmag/vol63-6/paper12.pdf>) (2012年11月10日) :

[2]村合正明・降矢龍浩・今井隆士・木村昇一（富士通）、“仮想化技術の通信サービスへの適用”、雑誌 FUJITSU 11月号 Vol.63 No.6 pp640-645 (<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jmag/vol63-6/paper13.pdf>) (2012年11月10日) :

[3]岩田淳、“OpenFlow / Software Defined Networking(SDN)の概要と将来展望”、CIAJ JOURNAL Vol.52 No.8 pp20-28 (2012年8月21日) :

[4]岩田淳、“<SDNをめぐる標準化動向と研究開発>標準化活動への参画や次世代技術開発を推進 信頼性確保やクラウド連携などの研究も”、月刊ビジネスコミュニケーション 2012 Vol.49 No.11 pp60-63 (2012年11月8日) :

7 口頭発表リスト

[1]村瀬淳（NTT ドコモ）、“大規模災害に強い携帯電話ネットワークを目指して”、耐災害 ICT 研究シンポジウム（東京）（2012年5月30日）

[2]遠藤信博（NEC）、“人と地球にやさしい情報社会の実現に向けて～クラウドによるスマートな社会インフラへの貢献～”、世界 ICT サミット 2012（東京）（2012年6月11日）

[3]尾上誠蔵（NTT ドコモ）、“ドコモの新たな災害対策”、ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2012（横浜）（2012年7月5日）

[4]菅原智義・水越康博（NEC）、“OpenFlow のモバイルネットワーク適用技術 ～ モバイルネットワークを「OpenFlow」で最適化 ～”、ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2012（横浜）パネル展示（2012年7月5～6日）”

[5]伊藤康一・田島裕一郎・青山章一郎・青木孝文（東北大学）、“医用画像のための高精度対応付けに基づく位置合わせ手法の検討～X線画像からボリュームデータまで～”、電子情報通信学会医用画像研究会（山形）（2012年7月20日）

[6]小川光康・窪田好宏・村合正明・降矢龍浩（富士通）、“通信サービスに向けた柔軟な仮想リソース割り当て制御に関する検討”、電子情報通信学会 2012年ソサエティ大会（富山）（2012年9月11日）

[7]窪田好宏・沼崎雅雄・大橋正彦・川口金司（富士通）、“仮想化通信システムの構成把握に関する一考察”、電子情報通信学会 2012年ソサエティ大会（富山）（2012年9月11日）

[8]沼崎雅雄・小川一樹・小野寺貴志・窪田好宏（富士通）、“動的再構成可能な通信サービスの可視化技術”、電子情報通信学会 2012年ソサエティ大会（富山）（2012年9月11日）

[9]遠藤智暎・牧野篤博・窪田好宏・川口金司（富士通）、“フローベース制御ネットワークの構成管理技術”、電子情報通信学会 2012年ソサエティ大会（富山）（2012年9月11日）

[10]清水敬司・中村哲也・岩科滋・滝田亘（NTT ドコモ）、“柔軟な移動通信ネットワーク実現への課題”、電子情報通信学会 2012年ソサエティ大会（富山）（2012年9月11日）

- [11]中村哲也・岩科滋・清水敬司・滝田亘 (NTT ドコモ)、“動的制御可能な移動通信ネットワークアーキテクチャに関する検討”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [12]菅原智義・壬生亮太・小川周吾・町田文雄・極楽寺淳一・島本裕志 (NEC)、“仮想化対応通信サービス制御技術”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [13]但野紅美子・町田文雄・矢野尾一男・前野義晴・菅原智義 (NEC)、“仮想化基盤上に実現する通信サービスの配置技術”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [14]壬生亮太・小比賀亮仁・菅原智義 (NEC)、“仮想化基盤上に実現する通信サービスの実行制御技術”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [15]小川周吾・鳥居隆史・菅原智義 (NEC)、“運用管理負荷を低減する通信サービス状態監視技術”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [16]極楽寺淳一・新井智也・菅原智義 (NEC)、“仮想化技術に基づいた IMS サービスの制御技術”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [17]島本裕志・江頭一廣・石倉諭・油科亮太・菅原智義 (NEC)、“負荷変動に柔軟に対応するためのパケットサービス仮想化技術”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [18]水越康博・伊藤暢彦・秋好一平・松川良樹 (NEC)、“大規模災害時における移動通信網の動的トラヒック制御方式の検討”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [19]吉井浩明・松川良樹・高城衛・西村啓之・鈴木洋司・水越康博・秋好一平 (NEC)、“異なるネットワーク間でネットワークリソースの動的再構成を可能とする技術”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [20]秋好一平・伊藤暢彦・水越康博 (NEC)、“モバイルコア網仮想化におけるネットワーク制御方式の一検討”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [21]伊藤暢彦・秋好一平・水越康博 (NEC)、“経路切り替えの高速化に向けたフローエントリ削減手法の一検討”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [22]水越康博 (NEC)、“柔軟なトラヒック制御を実現するモバイルネットワーク技術”、電子情報通信学会 2012 年ソサエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 11 日)
- [23]岩田淳 (NEC)、“大規模災害時においても「つながる」ための移動通信サービスとネットワークの仮想化技術”、電気情報通信学会 情報ネットワーク研究会 (仙台) (2012 年 9 月 20 日)
- [24]庄司貞雄 (日立東日本ソリューションズ)・青木孝文・伊藤彰則・大町真一郎・伊藤康一 (東北大)、“災害に役立つ情報通信サービス”、電気情報通信学会 情報ネットワーク研究会 (仙台) (2012 年 9 月 20 日)
- [25]滝田亘・岩科滋・中村哲也・清水敬司 (NTT ドコモ)、“柔軟な移動通信ネットワーク実現への課題とアプローチ”、電気情報通信学会 情報ネットワーク研究会 (仙台) (2012 年 9 月 20 日)
- [26]窪田好宏・川口金司・大橋正彦・沼崎雅雄 (富士通)、“動的再構成可能な通信ネットワークとサービスの可視化技術に関する検討”、電子情報通信学会 NS 研究会 (仙台) (2012 年 9 月 20 日)
- [27]川口金司・大橋正彦・窪田好宏・沼崎雅雄・遠藤智墨 (富士通)、“フローベース・通信サービスの可視化技術”、電子情報通信学会 NS 研究会 (京都) (2012 年 10 月 11 日)
- [28]村合正明・降矢龍浩・武智竜一 (富士通)、“仮想化技術の通信サービスへの適用”、電子情報通信学会 NS 研究会 (京都) (2012 年 10 月 11 日)
- [29]青木孝文 (東北大学)、“大規模災害における身元確認と ICT”、ICT ERA + ABC2012 東北 (仙台) (2012 年 10 月 20 日)

- [30]岩田淳 (NEC)、“低コストで柔軟なキャリアネットワーク基盤を実現する OpenFlow/SDN 技術”、C&C ユーザーフォーラム&iEXPO2012 (東京) パネル展示 (2012 年 11 月 8~9 日)
- [31]水越康博 (NEC)、“柔軟なキャリアネットワーク基盤を実現する OpenFlow/SDN 技術”、光ネットワークシステム技術第 171 委員会 (東京) (2012 年 11 月 27 日)
- [32]河村厚男 (NEC)、“柔軟なキャリアネットワーク基盤を実現する OpenFlow/SDN 技術”、第 12 回次世代ネットワーク&サービスコンファレンス (東京) (2012 年 12 月 5 日)
- [33]滝田亘 (NTT ドコモ)、“災害に強い新たなモバイルネットワークー防災対応・モバイルネットワーク・オープンフロー/SDN・ネットワーク仮想化ー”、新社会システム研究所 セミナー (東京) (2012 年 12 月 17 日)
- [34]清水敬司・岩科滋・中村哲也・滝田亘 (NTT ドコモ)、“柔軟な移動通信ネットワーク実現への課題とアプローチ”、電子情報通信学会 情報通信マネジメント研究会 (佐賀) (2013 年 1 月 17 日)
- [35]滝田亘 (NTT ドコモ)、“災害時における携帯電話の課題と将来展望”、ハイテクノロジー推進研究所 マルチメディア推進フォーラム (東京) (2013 年 3 月 6 日)
- [36]新井智也 (NEC)、“低コストで柔軟なキャリアネットワーク基盤を実現する OpenFlow/SDN 技術”、第 29 回 NS・IN 研究ワークショップ (沖縄) パネル展示 (2013 年 3 月 6~7 日)
- [37]西原基夫 (NEC)、“ビッグデータ利活用を加速するネットワークアーキテクチャの進化”、第 29 回 NS・IN 研究ワークショップ (沖縄) (2013 年 3 月 7 日)
- [38]庄司貞雄・常田大・松本和樹 (日立ソリューションズ東日本)、“災害時に大切な人との安否確認や自身の身の安全を図るために必要な情報共有技術”、情報処理学会 第 75 回全国大会 (仙台) (2013 年 3 月 8 日)
- [39]荒川賢一 (NTT ドコモ)、“モバイルネットワークの将来展望と研究開発の取組”、フォトニックネットワークシンポジウム 2013 (横須賀) (2013 年 3 月 12 日)
- [40]今井隆士・阿部哲・降矢龍浩・木村昇一 (富士通)、“仮想通信処理リソース制御の検討及び評価”、電子情報通信学会 総合大会 (岐阜) (2013 年 3 月 19 日)
- [41]岩田淳 (NEC)、“情報通信ネットワークにおける新世代技術の動向”、電子情報通信学会 総合大会 (岐阜) (2013 年 3 月 20 日)
- [42]岩田淳 (NEC)、“最新の OpenFlow 技術とこれから期待される応用”、電子情報通信学会 総合大会 (岐阜) (2013 年 3 月 21 日)

8 出願特許リスト

- [1]伊藤暢彦 (NEC)、「通信方法、通信システム、情報処理装置、通信端末およびプログラム」、日本、2012 年 6 月 26 日
- [2]小比賀亮仁 (NEC)、「起動順序決定装置、起動順序決定方法および起動順序決定プログラム」、日本、2012 年 11 月 15 日
- [3]前野義晴 (NEC)、「共有リスクの影響の大きさを評価するシステム、方法、プログラム」、日本、2012 年 12 月 17 日
- [4]町田文雄 (NEC)、「運用性を考慮した仮想マシン配置決定方式」、日本、2013 年 1 月 7 日
- [5]木村昇一 (富士通)、「検出装置、検出システム、及び検出方法」、日本、2013 年 1 月 7 日
- [6]石川雄一・芳尾淳一 (富士通)、「通信監視装置、予測方法及び予測プログラム」、日本、2013 年 1 月 17 日

- [7]石川雄一・芳尾淳一（富士通）、「通信監視装置、発生予測方法及び発生予測プログラム」、日本、2013年1月18日
- [8]島本裕志（NEC）、「仮想化システム」、日本、2013年2月21日
- [9]遠藤智暎・大橋正彦・川口金司・岩本幸司（富士通）、「制御装置、制御方法、および制御プログラム」、日本、2013年2月25日
- [10]秋好一平（NEC）、「通信システム、制御装置、通信方法及びプログラム」、日本、2013年2月26日
- [11]秋好一平（NEC）、「通信システム、制御装置、通信方法およびプログラム」、日本、2013年2月26日
- [12]降矢龍浩・浜田智幸・飯島規夫・町田芳則・上野高史（富士通）、「呼処理割当方法、呼処理システムおよびプログラム」、日本、2013年2月26日
- [13]水口有・大橋正彦・遠藤智暎・三輪光彦（富士通）、「制御装置、リソース制御プログラムおよびリソース制御方法」、日本、2013年2月27日
- [14]小峰浩昭・外処学・阿部智（富士通）、「パケット配信システム、制御装置、制御方法、制御プログラム」、日本、2013年2月28日
- [15]田中章・河村直哉・水田一生（富士通）、「ネットワーク監視システム」、日本、2013年3月4日
- [16]村合正明・板東弘泰・兎耳山俊吾・大江崇（富士通）、「仮想マシン管理装置、方法及びプログラム」、日本、2013年3月4日
- [17]松尾峻治・瀧本稔（富士通）、「情報処理装置、情報処理システム、情報処理装置管理プログラム及び情報処理装置管理方法」、日本、2013年3月5日
- [18]水口有・大橋正彦・遠藤智暎・野村洋治・川上隆明（富士通）、「管理システム、管理方法、管理プログラム及び管理装置」、日本、2013年3月6日
- [19]守重嘉人・小川光康・小松伸江・木村昇一（富士通）、「通信システム、仮想化制御装置、仮想化制御方法、及び仮想化制御プログラム」、日本、2013年3月7日
- [20]上野武志・村山朋寛・水田一生（富士通）、「ストレージシステム、データ格納先の選択方法及びプログラム」、日本、2013年3月8日
- [21]村本智宏・小川淳（富士通）、「品質指標処理システム」、日本、2013年3月8日
- [22]壬生亮太（NEC）、「通信システム、仮想マシンサーバ、仮想ネットワーク管理装置、ネットワーク制御方法及びプログラム」、日本、2013年3月12日
- [23]阿部哲・海老沢泰治・堤洋一・太田有美（富士通）、「呼接続制御システム、管理装置及び呼接続制御方法」、日本、2013年3月12日
- [24]壬生亮太（NEC）、「サービス管理装置、サービス管理システム、方法及びプログラム」、日本、2013年3月13日
- [25]秋好一平（NEC）、「通信システム、制御装置、通信方法およびプログラム」、日本、2013年3月14日
- [26]鳥居隆史（NEC）、「アプリケーション起動制御」、日本、2013年3月15日
- [27]油科亮太（NEC）、「情報処理装置」、日本、2013年3月15日
- [28]今井隆士・小松潔・大津和之・岡田勇輝（富士通）、「仮想マシン管理装置、方法、およびプログラム」、日本、2013年3月18日
- [29]庄司貞雄・常田大・松本和樹（日立ソリューションズ東日本）、青木孝文・伊藤康一（東北大学）、佐藤恵理（東杜シーテック）、「災害時通信支援装置、災害時通信支援方法及び災害時通信支援プログラム」、日本、2013年3月26日

[30]庄司貞雄・常田大・松本和樹（日立ソリューションズ東日本）、青木孝文・伊藤康一・伊藤彰則・大町真一郎（東北大学）、「災害時通信支援装置、災害時通信支援方法及び災害時通信支援プログラム」、日本、2013年3月26日

[31]庄司貞雄・常田大・松本和樹（日立ソリューションズ東日本）、青木孝文・伊藤康一・伊藤彰則・大町真一郎（東北大学）、「災害時通信支援装置、災害時通信支援方法及び災害時通信支援プログラム」、日本、2013年3月26日

[32]大平麻代（NEC）、「情報処理システム」、日本、2013年3月27日

[33]滝田亘・清水敬司・岩科滋（NTTドコモ）、「管理システム及び管理方法1」、日本、2013年3月28日

[34]滝田亘・清水敬司・岩科滋（NTTドコモ）、「管理システム及び管理方法2」、日本、2013年3月28日

[35]町田文雄（NEC）、「ソフトウェア安全停止方式」、日本、2013年5月9日

9 国際標準提案リスト

[1]ONF・Configuration & Management WG、Editorship and technical contributions、2013年10月11日

[2]ONF・Architecture & Framework WG、Northbound considerations, and general contributions to the Architecture and Framework documents、2013年10月12日

[3]ONF・Architecture & Framework WG、Editorship and contributions to the use-cases require and existing solutions with Northbound Interfaces、2013年10月12日

[4]NFV・NFV#1、Plenary: NEC view on Network Function Virtualization at ETSI、2013年1月16日

[5]NFV・NFV#1、Plenary: SDN standardization activity in ITU-T (uploaded by BT)、2013年1月16日

[6]NFV・NFV#1、Track 3: Network Function Virtualization: overview of performance assessment tests、2013年1月16日

[7]NFV・NFV#1、Track 4 - Reliability and Availability: State management、2013年1月16日

[8]NFV・NFV#1、Track 5: Mechanisms to interconnect the VNFs、2013年1月16日

[9]NFV・NFV#1、Track 5: input to Problem Statement and Tentative Agenda、2013年1月16日

[10]NFV (Email)、Response to ISG terminology、2013年1月16日

[11]NFV (Email)、Resilience Terminology、2013年1月16日

[12]NFV (Email)、Terms of Reference for RELA WG、2013年1月16日

[13]NFV (Email)、Scope of RELA WI、2013年1月16日

[14]NFV (Email)、Network Evolution Towards an NFV-enabled Environment WI description in SWA WG、2013年1月16日

[15]NFV (Email)、Section 4: NFV Management and Orchestration in MANO WG、2013年1月16日

[16]NFV (Email)、Discussion on Migration Scenarios、2013年1月16日

[17]NFV (Email)、SWA_GS Network Evolution Template、2013年1月16日

10 参加国際標準会議リスト

[1]ONF・Open Networking Summit、サンタクララ（アメリカ）、2012年4月16～18日

[2]ONF・ONF Member meeting、サンタクララ（アメリカ）、2012年4月19日

[3]ONF・ONF Member meeting、サンタクララ（アメリカ）、2012年10月30日

- [4]ONF・Council of Chairs Retreat、サンタクララ（アメリカ）、2012年10月31日
- [5]ONF・Joint Council of Chairs and TAG Meeting、サンタクララ（アメリカ）、2012年11月1日
- [6]NFV・Kick-off meeting（NFV#1 F2F Meetings）、ソフィア・アンティポリス（フランス）、2013年1月15～17日
- [7]NFV・Working Group Architecture of the Virtualisation Infrastructure、オンライン、2013年2月5、12、13、19、20、26、28日、3月5、7、12、14、19、21、28日、4月4、9、16、18、21日
- [8]ONF・Architecture & Framework WG Design Team F2F Meeting、サンタクララ（アメリカ）、2013年2月6～8日
- [9]NFV・Working Group Management & Orchestration、オンライン、2013年2月6、13、20、27日、3月6、13、20、27日、4月3、10日
- [10]NFV・Working Group Reliability & Availability、オンライン、2013年2月11、19日、3月5、12、19、26日、4月2、9、30日
- [11]NFV・Working Group Software Architecture、オンライン、2013年2月14、21、28日、3月7、13、14、21、28日、4月4、11、18日
- [12]NFV・Technical Steering Committee、オンライン、2013年2月25日、3月11、25日
- [13]ONF・Open Networking Summit、サンタクララ（アメリカ）、2013年4月15～17日
- [14]ONF・ONF Member Meeting、サンタクララ（アメリカ）、2013年4月18～19日
- [15]ONF・Joint Council of Chairs and TAG Meeting、サンタクララ（アメリカ）、2013年4月19日
- [16]NFV・NFV#2 F2F Meetings、サンタクララ（アメリカ）、2013年4月21～24日
- [17]ONF・Architecture and Framework、(MLに参加)
- [18]ONF・New Transport /Optical Transport、(MLに参加)
- [19]ONF・Extensibility、(MLに参加)
- [20]ONF・Configuration and Management、(MLに参加)
- [21]ONF・Forwarding Abstraction、(MLに参加)

1 1 報道発表リスト

(1) 報道発表実績

- [1] “災害時の通信混雑解消”、2012年4月16日
- [2] “ドコモ、東北大学、NEC、日立東日本ソリューションズ、富士通による大規模災害時の新たな通信混雑緩和技術の実証実験について—実証実験の環境構築を完了—” 2012年11月22日

(2) 報道掲載実績

- [1] “つながりやすさ 5 倍、災害時通話・メール、ドコモが技術”、日経産業新聞、2012年11月26日
- [2] “NTT ドコモが災害時の混雑緩和技術で実証実験、OpenFlow を活用”、ITpro、2012年11月22日
- [3] “東北大学に大規模災害時における通信混雑緩和技術の実証実験設備を構築”、マイナビニュース、2012年11月26日
- [4] “大規模災害で安否確認通信を優先、ドコモや東北大学らが実験”、ケータイ Watch、2012年11月22日

研究開発による成果数

\	平成 23 年度	合計	(参考) 提案時目標数
査読付き誌上発表数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
その他の誌上発表数	4 件 (0 件)	4 件 (0 件)	0 件 (0 件)
口 頭 発 表 数	42 件 (0 件)	42 件 (0 件)	32 件 (0 件)
特 許 出 願 数	35 件 (0 件)	35 件 (0 件)	35 件 (0 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	17 件 (17 件)	17 件 (17 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
受 賞 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報 道 発 表 数	6 件 (0 件)	6 件 (0 件)	4 件 (0 件)
報 道 掲 載 数	4 件 (0 件)	4 件 (0 件)	—

注 1 : 各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。(括弧)内は、その内海外分のみを再掲。

注 2 : 「査読付き誌上発表数」には、論文誌や学会誌等、査読のある出版物に掲載された論文等を計上する。学会の大会や研究会、国際会議等の講演資料集、アブストラクト集、ダイジェスト集等、口頭発表のための資料集に掲載された論文等は、下記「口頭発表数」に分類する。

注 3 : 「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等を計上する。

注 4 : PCT 国際出願については出願を行った時点で、海外分 1 件として記入。(何カ国への出願でも 1 件として計上)。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。