

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

担当課室名：総合通信基盤局 電気通信事業部 電気通信技術システム課
実施研究機関：株式会社NTTドコモ、国立大学法人 東北大学、
日本電気株式会社、株式会社日立ソリューションズ東日本、富士通株式会社

研究開発期間：H23年度～H24年度
研究開発費：H23年度補正 29.9億円

1. 研究開発概要

東日本大震災における携帯電話の音声通信については、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通信混雑（輻輳）が発生した。そこでこれらの問題を解決すべく、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とした。

具体的には、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、同等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て、研究開発を実施した。

上記目標を達成するため、以下の技術課題を設定した。

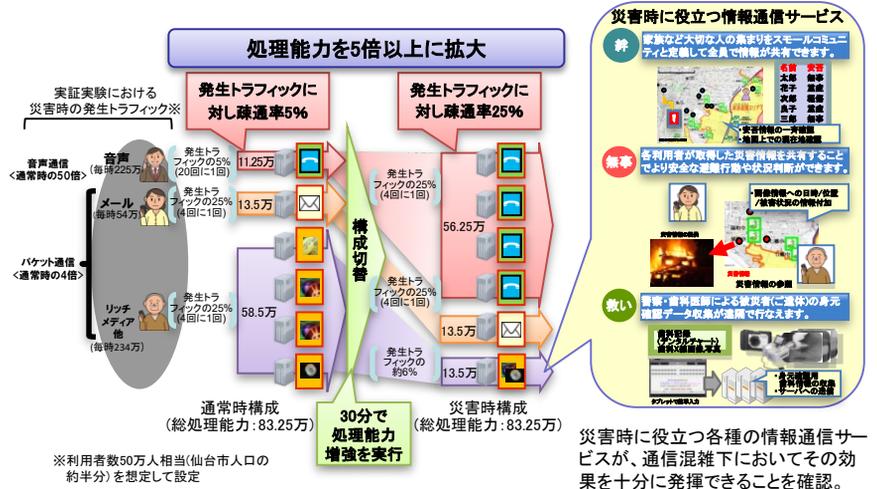
課題ア 柔軟に割当て可能な通信処理リソース制御技術

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

加えて、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以下の技術課題を設定した。

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



2. 研究開発成果概要

全体目標: 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

実施計画で設定した各技術課題に対する個別の目標を全て達成し、それらの成果を有機的に結合することで、実証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実装方式を開発した。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、当初計画目標を上回る5.6倍の処理能力に増強できることを実証実験を通じて確認した。

従来は数週間から数ヶ月を要する処理能力増強の手順についても、当初は3時間程で完了することを見込んで進めていたが、様々な工夫を盛り込むことで、最終的には30分程度で完了できることを実証実験を通じて確認した。

課題ア) 柔軟に割当て可能な通信処理リソース制御技術に関する研究開発

移動網の運用という側面に留意しながら、柔軟に割当て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てを制御する「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考案し、その具現化に必要な技術要件、および、インタフェースを規定し、実証実験用のシステムを開発した。

実験においては、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、30分程度で完了できることを確認した。

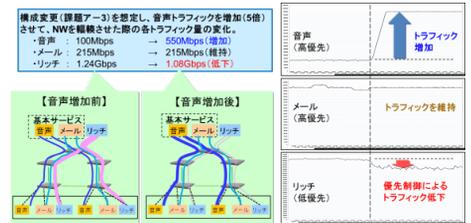
また、開発した仮想化基盤に対応した通信サービス制御を利用し、災害時を想定した処理能力上限の20倍のトラフィックを加えた状態での実験を実施した。通常時構成から災害時構成への切り替えを実施した結果、音声通信の処理能力が5.6倍に増強され、疎通率も5.6%（18回に1回繋がる程度）から31.1%（3.2回に1回繋がる程度）に改善されることを確認した。



2. 研究開発成果概要（続き）

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

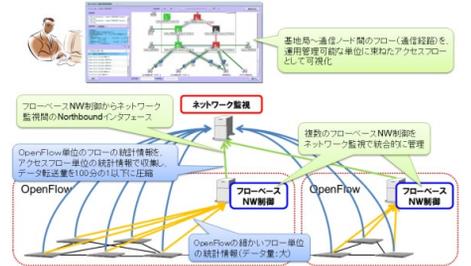
OpenFlow技術を用いて、サービスの優先度に応じてトラフィックを制御するためのフローベースネットワーク制御技術を用いたネットワーク動的再構成技術を研究開発した。本技術に関し、災害時を想定したトラフィックを加え、ネットワークを輻輳させた状態での実証実験を行った結果、高優先度の通信パケットがほとんど廃棄されず（低優先度の通信パケットの廃棄率に比べ1/1000以下の低確率）、高い品質で通信できていることを実証した。



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

通信処理リソース制御基盤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を研究開発した。

前者は、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た。後者は、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。また、GUIに関して主観品質評価を実施し、それぞれ評点平均値3.17と3.10とおおむね良好な値を得た。



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

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、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を、東北大学の保有する基礎技術を応用して研究開発した。

これらの技術では、情報共有および避難に必要なメディアデータをそのまま送信する「通常時モード」と、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できることを確認した。また、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を研究開発し、歯科情報による身元確認システムをネットワーク化し、迅速に身元確認に必要な情報を共有できることを確認した。

3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果

<成果の社会展開に向けた取組状況>

終了評価時に設定した指標（ベンチマーク）に対して、目標を大幅に上回る成果を達成した。（平成30年3月31日現在）

	指標	数値目標等	達成状況
①	特許取得数(研究開発期間の出願含む)	平成29年度までに30件	41件 137%
②	要素技術実用化の件数	平成27年度までに5件	7件 140%
③	実ネットワークシステムへの導入割合 (制御信号処理系の同一拠点内リソース制御 に対する導入割合)	平成28年度までに1割*	95% 2018年3月末時点でのLTE契約 数50,097千より算出 (参考情報) 2019年3月末時点では、LTE 契約数は55,870千/357%
④	要素技術についての技術情報発信、技術協 力、技術普及の数	平成27年度までに20件	149件 745%

*制御信号処理系の同一拠点内リソース制御に対する導入割合。
 ・ここでいう「実ネットワークシステムへの導入割合」とは、NTTドコモのLTE (Xi) およびそれ以降の世代の携帯電話ネットワークに係る加入者数(調査時点で公表されている最新の携帯電話契約数)に対する本研究開発成果が適用可能な加入者数(受託者が提出する数値の根拠が説明可能なデータの割合とする)。
 ・本研究開発成果は令和3年度までにNTTドコモの携帯電話ネットワークに導入し、全加入者(調査時点で公表されている最新の携帯電話契約数)に適用される。
 (ただし、導入計画の変更や市場動向の変化等が生じた場合は、見直しを検討する。)

<知財や国際標準獲得の推進>

市場展開の布石として、戦略的な国際標準化活動の取り組みを実施した。具体的には、音声通信の通信能力を増強する基盤的技術の研究開発成果を標準化団体ONF、NFVに対して提案した。

■NFV関連

本研究開発における「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」の研究開発成果をETSI NFVへ入力し、平成25年10月に市場製品開発のベースとなる標準仕様ETSI GS NFVシリーズを完成させた。上記の標準化完成を以て、本研究開発に関するETSI NFVでの活動は完了。

■ONF関連

本研究開発の成果を踏まえて、ONFのArchitecture and Framework WGおよびConfiguration and Management WGで議論を実施。本議論結果をSDN Architecture 1.0(2014年6月発行)、OpenFlow Management and Configuration Protocol 1.2 (OF-Config 1.2)(2014年発行)としてドキュメント発行した。上記のドキュメント発行を以て、本研究開発に関するONFでの標準化活動は完了。

3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果（続き）

<新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上>

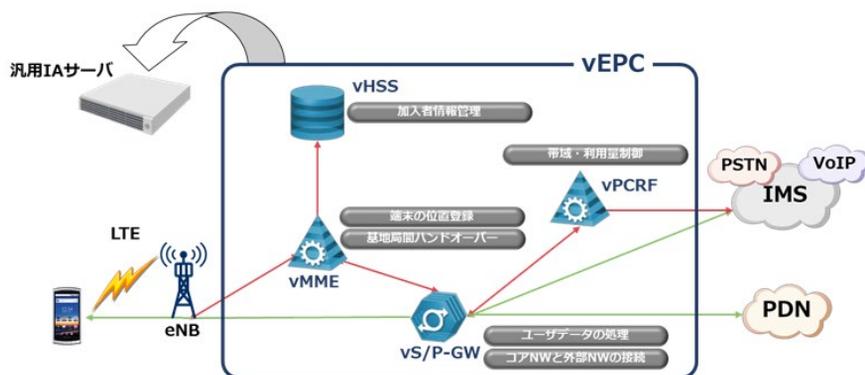
本研究開発の成果を実用化すべく、以下の活動を実施した。

■NTTドコモ

- ・ネットワーク仮想化技術を適用した商用ネットワークでの通信に成功し、2016年3月から運用を開始。
- ・世界初、複数ベンダーのEPCソフトウェアを動作可能なネットワーク仮想化技術を開発。
-2016年3月から商用ネットワークでの運用を開始-

■日本電気

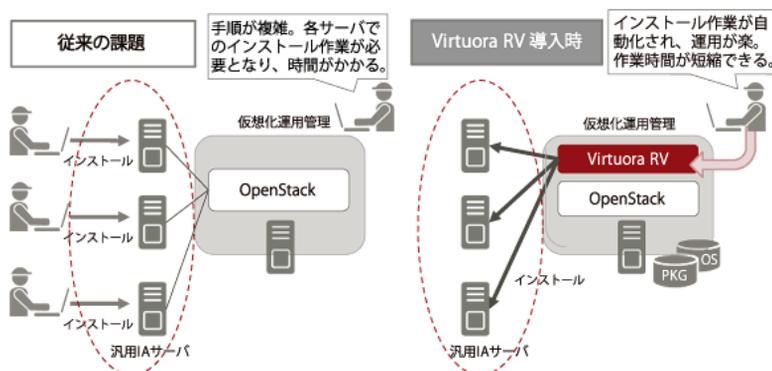
- ・本研究開発における「仮想化基盤に対応した通信サービス制御技術」で研究開発した仮想化パケットゲートウェイ装置を『仮想化モバイルコアネットワークソリューション』『vMVNOソリューション』として製品化し、販売開始。
- ・本研究開発における「フローベースネットワーク制御技術を用いたネットワーク動的再構成技術」で研究開発したOpenFlow対応アクセスルータを製品開発し、販売開始。



研究開発成果が取り入れられている「vEPCソリューション」のイメージ図

■富士通

- ・本研究開発における「通信ネットワーク動的再構成に対応した可視化技術」及び「通信処理リソース制御基盤の管理運用技術」の成果を活用してデータセンター運用管理ソリューションを製品化。
- ・オープンプラットフォームを採用したSDNソフトウェア製品「Fujitsu Network Virtuora NC V03」を販売開始。



研究開発成果が取り入れられている「Virtuora OM」のイメージ図

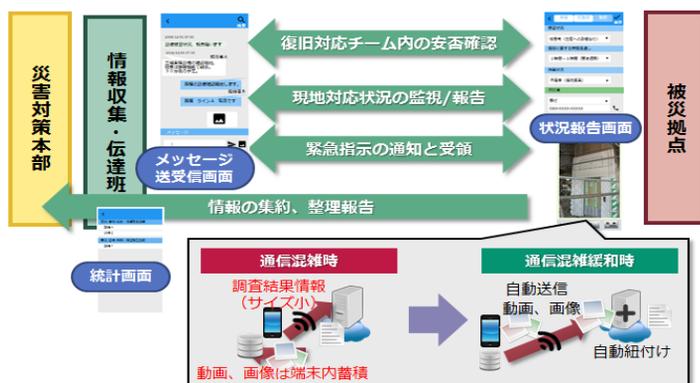
4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果

<新たな科学技術開発の誘引>

本研究開発で得られた成果を派生させることで、新たに以下の製品・サービスを創出した。

■日立ソリューションズ東日本

- ・平成26年度に、研究成果であるサーバおよびスマートフォンアプリケーション間での通信量最小化の技術を既存の『災害情報一元配信ソリューション』のオプションメニューとしてサービス化。



「企業向けBCP対応支援ソリューション- スマートデバイスによる災害時の情報伝達と共有管理 -」

4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果（続き）

■東北大学

- 東日本大震災の経験をもとに、身元確認のための歯科情報の標準化が必要という認識から、厚生労働省に働きかけを行い、平成25年度より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を活用した「歯科診療情報の標準化に関する実証事業」に取り組むとともに、「歯科診療情報の標準化に関する検討会」メンバーとして情報の標準化に向けて活動を実施。現在は、日本歯科医師会が「歯科情報の利活用及び標準化普及事業」として継続している。
- アプリケーションサービスとして実証を行った「DentalFinder」を日本歯科医師会より全国の警察歯科医師会関係者へ無償配布している。

5. 副次的な波及効果

<副次的な波及効果>

- 本研究、および、継続研究への従事を通じ、通信システムに関する処理リソース制御・トラフィック制御・管理運用の技術や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者が育成され、大規模通信混雑の解消や通信網安定運用に関する研究領域で次世代を担う人材の活躍が期待できる。
- ネットワーク機能仮想化のフレームワークや制御の拡張技術の情報発信を通じ、国内の通信・電機メーカーによる仮想化技術適用領域拡大の研究開発トレンド醸成に寄与した。

6. その他研究開発終了後に実施した事項等

<周知・広報活動の実績>

研究開発期間および研究開発期間終了後に以下の周知活動を実施した。研究開発期間終了後も論文発表や標準化活動を通じて、積極的に成果発信を行った。

(平成30年3月31日現在)

種別	研究開発期間中	研究開発期間終了後	合計
査読付き誌上発表論文数	0件(0件)	1件(0件)	1件(0件)
査読付き口頭発表論文数	0件(0件)	2件(0件)	2件(0件)
その他の誌上発表数	2件(0件)	6件(0件)	8件(0件)
口頭発表数	42件(0件)	45件(5件)	87件(5件)
特許出願数	35件(0件)	52件(51件)	87件(51件)
特許取得数	0件(0件)	41件(18件)	41件(18件)
国際標準提案数	17件(17件)	20件(37件)	37件(37件)
国際標準獲得数	0件(0件)	6件(6件)	6件(6件)
報道発表数	6件(0件)	2件(1件)	8件(1件)
報道掲載数	4件(0件)	2件(0件)	6件(0件)

※()内の数値は海外での実施数(内数)を示す。

7. 政策へのフィードバック

<国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性>

大規模な通信混雑の迅速な解消を実現する技術開発とその実用化のためには、システム実現性の実証や標準規格化の提案を迅速に行う必要があり、本研究開発では、産学官横断の体制でこれらを加速・牽引できたことから、国家プロジェクトとして実施した意義が大いにあった。また、社会インフラに対する我が国特有の高い可用性・信頼性要件を実現するなど、国民生活の安全・安心の実現に大きく貢献できたことを踏まえると、プロジェクト設定は妥当であり、社会的意義があった。

<プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取組み等に関する今後の政策へのフィードバック>

我が国特有の社会インフラへの高い可用性要件を具現化する研究開発を、国内の関連事業者を業界横断で国策として取り纏めて成果を創出し、更に後続の研究開発プロジェクトに発展させた事例であり、他の研究開発プロジェクトについても本研究開発の取組を参考にできるように適切にフィードバックすることが望ましい。