

# 大規模災害時に被災地の通信能力を緊急増強する技術の研究開発 (災害時避難所等における局所的同報配信技術の研究開発)

Research and Development of Local Broadcast Delivery Technology  
in Disaster Refuge Area/Sites

## 研究代表者

西原 基夫 日本電気株式会社  
Motoo Nishihara NEC Corporation

## 研究分担者

田中 淳裕<sup>†</sup> 桐葉 佳明<sup>†</sup> 藤田 範人<sup>†</sup> 中島 一彰<sup>†</sup> 山崎 康広<sup>†</sup> 山垣 則夫<sup>†</sup> 宮本 善則<sup>†</sup>  
植田 啓文<sup>†</sup> カンニャウオン ブンパディット<sup>†</sup> 木下 峻一<sup>†</sup> 小倉 一峰<sup>†</sup> 曾根 秀昭<sup>††</sup>  
後藤 英昭<sup>††</sup> 渡辺 俊貴<sup>††</sup> 澤田 宏史<sup>††</sup>

Atsuhiko Tanaka<sup>†</sup> Yoshiaki Kiriha<sup>†</sup> Norihito Fujita<sup>†</sup> Kazuaki Nakajima<sup>†</sup>  
Yasuhiro Yamasaki<sup>†</sup> Norio Yamagaki<sup>†</sup> Yoshinori Miyamoto<sup>†</sup> Hirofumi Ueda<sup>†</sup>  
Kannhavong Bounpadith<sup>†</sup> Shunichi Kinoshita<sup>†</sup> Kazumine Ogura<sup>†</sup> Hideaki Sone<sup>††</sup>  
Hideaki Goto<sup>††</sup> Toshiki Watanabe<sup>††</sup> Hiroshi Sawada<sup>††</sup>

<sup>†</sup>日本電気株式会社 <sup>††</sup>国立大学法人 東北大学

<sup>†</sup>NEC Corporation <sup>††</sup>Tohoku University

研究期間 平成 24 年度～平成 25 年度

## 概要

東日本大震災では、設備損壊、停電による不通や輻輳による利用制限のために、通信事業者網を介した情報通信の可用性は限られたものとなった。また、これにより多くの被災者・帰宅困難者が集まった避難所や駅等では、情報取得及び発信困難者が生じた。

そこで、本研究開発では、1 箇所に多数の利用者端末が集まり、アクセスポイントの収容能力を上回る過密環境においても、情報伝達手段として利用可能なネットワークシステムを構築するため、無線 LAN を用いた局所的同報配信技術を確立する。

### 1. まえがき

東日本大震災の被災地においては、多くの被災者が学校等の施設に避難するとともに、首都圏においても多くの帰宅者が一斉に駅に押し寄せ等、公共交通機関に混乱を招いた。このような被災者・帰宅困難者は災害情報や交通情報等の情報の収集を必要としているが、地震や停電に起因する通信事業者網の設備損壊による不通や輻輳による利用制限のために、通信事業者網を介した情報通信の可用性は限られたものとなった。

一方、近年、スマートフォンやタブレット端末、モバイル PC など無線 LAN (Local Area Network) 通信機能を備えた利用者端末が急速に普及している。今後、災害時のように通信事業者網が利用できない場合など、無線 LAN を利用した情報通信は有望な通信手段となることが期待される。

上記を踏まえ、本研究開発では、1 箇所に多数の利用者端末が集まり、無線 LAN アクセスポイントの収容能力を上回る無線通信過密環境においても、被災者・帰宅困難者が必要とする重要な情報の配信を実現し、災害時の情報伝達手段として利用可能なネットワークシステムを構築するため、無線 LAN を用いた局所的同報配信技術を確立する。本研究開発の成果として、最大 500 台の利用者端末が 1 箇所に密集するような無線通信過密環境であっても、限られた無線ネットワークリソースを端末間で共有し、確実な情報配信を実現することを目標とする。これにより、災害時の避難所等、多数の利用者端末が密集する環境においても確実な情報伝達を実現できることを実証し、災害時の被災地等における通信処理能力の向上に資する。

災害時の情報伝達手段として利用可能な局所的同報配信技術を確立するにあたり、本研究開発では、下記に示す課題アと課題イの 2 つの技術課題を定義し、これらについて研究開発を行うと共に、評価環境の構築、実証実験を通して有効性の評価を行った。図 1 に本研究開発の全体概要図を示す。

課題ア) 災害時避難所等における蓄積型配信技術の研究開発 (日本電気株式会社)

従来の無線 LAN 技術では不可能であった 1 箇所に多数の利用者端末が密集する環境における通信を「端末間が直接通信する」あるいは「無線 LAN アクセスポイントを介した端末間での通信」による自律分散型配信のアプローチを用いながら、電波干渉や端末の離脱への耐性を強化し、DTN (Delay/Disruption-Tolerant Network) の仕組みを利用者端末上で利用することによりロバストな同報配信技術を確立した。

課題イ) 災害時避難所等におけるネットワークリソース制御技術の研究開発 (国立大学法人 東北大学)

災害時には、平常時に利用者を制限するためのアクセス制限 (認証) が行われているネットワークを避難者や帰宅困難者にも開放することで、必要な情報の収集に利用すべきであり、自治体や消防などの重要な利用者の情報は、優先して素早く配信する必要がある。そこで、災害時に避難所等に既設されているネットワークを安心・安全に避難者に開放し、利用者の優先度を考慮してネットワークリソースを割り当てることが可能なネットワークリソース制御

技術を確立した。

ことで、マルチキャストを利用した効率的なデータ配信を実現する。また、本方式では、WPA (Wi-Fi Protected

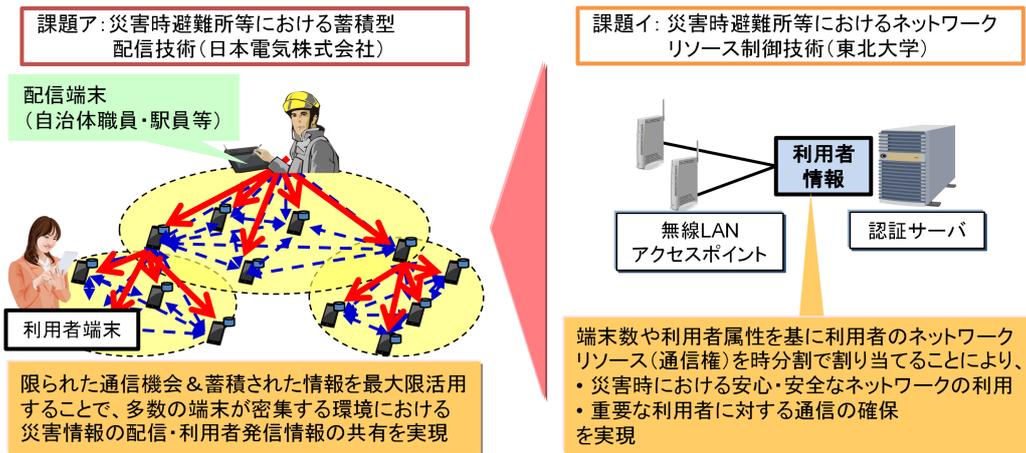


図 1 本研究開発の概要

## 2. 研究開発内容及び成果

### 2. 1. 課題A) 災害時避難所等における蓄積型配信技術の研究開発

本研究開発では、1箇所に多数の利用者端末が密集する環境において、複数の利用者端末に効率良く情報配信を実現するため蓄積型配信技術を開発した。本蓄積型配信技術は、図 2 に示すように、リライアブルマルチキャスト技術と情報配信制御管理技術を連携させることで実現している。リライアブルマルチキャスト技術は、データを一旦利用者端末に蓄積しながら転送する DTN の仕組みを活用しながら、効率的に情報配信を行うための技術である。一方、情報配信制御管理技術としては、周辺の端末数に応じて自端末のデータ送信タイミングを自律分散的に制御することで、無線 LAN におけるスループット低下の要因であるパケット衝突の発生頻度を軽減し、無線通信用過密環境でのスループット向上を可能とするパケット衝突回避手法を中心とした技術から構成される。

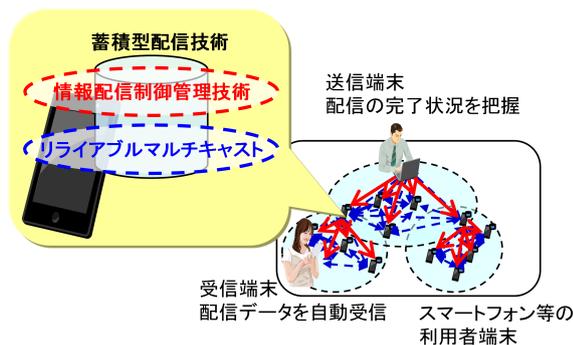


図 2 蓄積型配信技術の概要

図 3 に、本研究開発で確立したリライアブルマルチキャスト技術の動作イメージを示す。本方式では、送信端末が複数の受信端末の中から 1 つの代表端末を決定し、その代表端末との間で TCP (Transmission Control Protocol) を用いた 1 対 1 通信を行うことで信頼性のあるデータ配信を行う。一方、代表端末以外の受信端末 (これを“傍受端末”と呼ぶ) は、送信端末と代表端末との間の TCP で送信されるパケットを傍受することで、コンテンツの受信を試みる。パケットの傍受が失敗した場合は、後から不足分のデータを周辺のコンテンツ保持端末に再度要求する

Access) 等のペア鍵とグループ鍵を用いた暗号方式を採用した無線環境でも利用可能にするため、①代表端末宛パケットの宛先 MAC アドレスの変換をブロードキャストアドレス、又は、マルチキャストアドレスに変換して送信する、②無線 LAN インタフェースをプロミスキャスモードへ変換する、の 2 つの制御を行う。①の制御により、代表端末への送信パケットがグループ鍵で暗号化されるため、傍受端末はグループ鍵を用いて復号することが可能となり、②の制御により、宛先 IP アドレスが自身の IP アドレスではない TCP パケットを傍受することが可能となる。

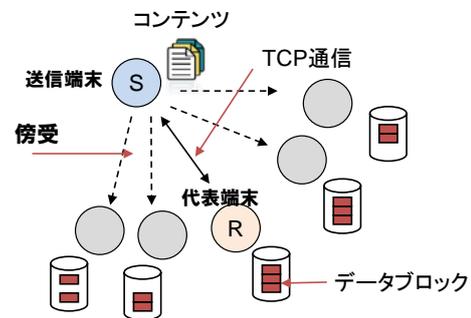


図 3 リライアブルマルチキャストの動作イメージ

また、図 4 は、パケット衝突回避手法の動作のイメージを示している。本手法は、各端末が独立にアプリケーション層からトランスポート層へのデータ送信タイミングを管理・調整する自律分散型の制御手法である。従って、他の端末と時刻同期を取る必要がなく、端末のネットワークプロトコルスタックを改変する必要が無いという利点がある。具体的に、各端末はアプリケーションデータを予め設定したサイズのデータブロックに分割し、トランスポート層へ送出する。この際、各端末は予め決められた時間間隔で定義されるタイムスロットをそれぞれ独立に管理しており、各タイムスロットにおけるトランスポート層へのデータブロックの送信可否を、自身が収集したネットワーク内の端末数に応じた送信確率によって決定する。つまり、ネットワーク内に存在する端末数を見かけ上削減し、送信端末数を CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance: 搬送波感知多重アクセス/衝突回避方式) で対応可能な数に確率的に制御することでパケット衝突の発生を抑制する。なお、本蓄積型配信技術では、

各端末は定期的に制御メッセージを周辺の端末にブロードキャストするため、本メッセージを受信することで、各端末は周辺の端末数を把握することが可能である。

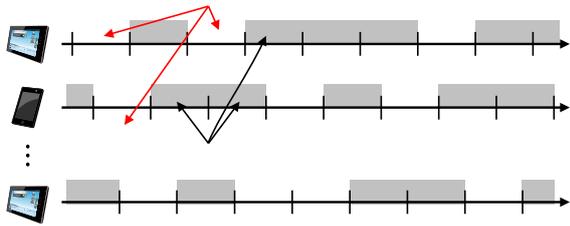


図 4 パケット衝突回避手法の送信動作イメージ

本研究開発では、上述したリライアブルマルチキャスト方式とパケット衝突回避手法の機能を実現する計算機シミュレータを試作し、これを用いて性能評価を行った。図 5、図 6 にそれぞれリライアブルマルチキャスト方式、及びパケット衝突回避手法の代表的なシミュレーション結果を示す。

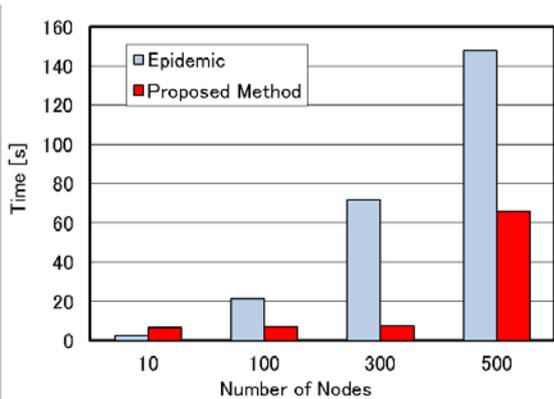


図 5 リライアブルマルチキャストのシミュレーション結果

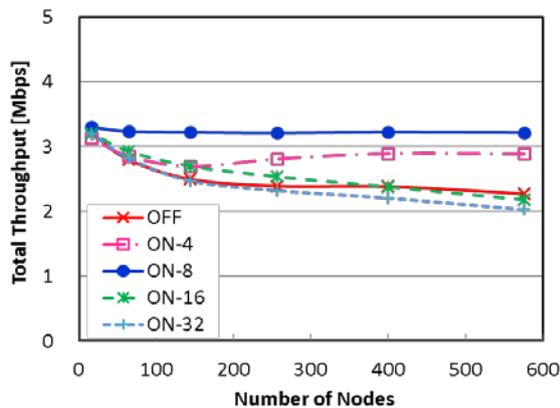


図 6: パケット衝突回避手法のシミュレーション結果

リライアブルマルチキャスト技術に関しては、最大 500 ノードが 1 箇所密集した環境において、既存のファイル転送プロトコルである FTP (File Transfer Protocol) や DTN エピデミックブロードキャストと比較し、全ノードに対するコンテンツ配信時間が約 55%以上短縮可能であるといった有効性を確認した。また、同時に動作するマルチキャストグループの数が増えると配信時間が長くなる傾向があるが、所望のコンテンツを要求する端末から送信されるコンテンツリクエストの受付時間のパラメータ

を調整し、多くのノードが参加できるようにすることで改善可能である等の特性を確認した。パケット衝突回避手法についても、最大 576 ノードが 1 箇所密集した環境において評価を行った結果、同時にデータ送信を行う端末数を制御する (図 6 では、同時にデータ送信を行う端末数を  $x$  台に制御した場合の結果を、“ON- $x$ ”と記載している) ことで、パケット衝突率を低減でき、最大約 40%のスループット向上が可能であること、端末間での公平性やファイル転送時間の改善可能であること等の有効性、及び特性を確認した。

さらに、本研究開発では、リライアブルマルチキャスト技術とパケット衝突回避手法、及び制御メッセージの分割・送信方法、配信状況に応じたタイムアウト制御機能から構成される情報配信制御管理技術とを連携させた蓄積型配信技術を実機端末上で動作検証、評価を行った。本評価を行うにあたり、本蓄積型配信技術を多くのスマートフォンやタブレット端末で用いられている OS (Operating System) である Android 上で動作するよう蓄積型配信ソフトウェアとして試作を行った。本ソフトウェアの試作では、同報配信の完了状況を送信端末において把握できることを目的に、情報配信制御管理技術の 1 つとして、ネットワーク内に存在する利用者端末の所有情報 (コンテンツ) の一覧や、あるコンテンツに対して当該コンテンツを所有する利用者端末の一覧を取得する技術も確立し、実装している。

本蓄積型配信ソフトウェアを最大 100 台の市販タブレット端末にインストールし、動作検証、及び性能評価実験を行った。図 7、図 8 にそれぞれ実機実験の様子と実機実験の結果を示す。



図 7: 100 台の実機を用いた実験の様子。

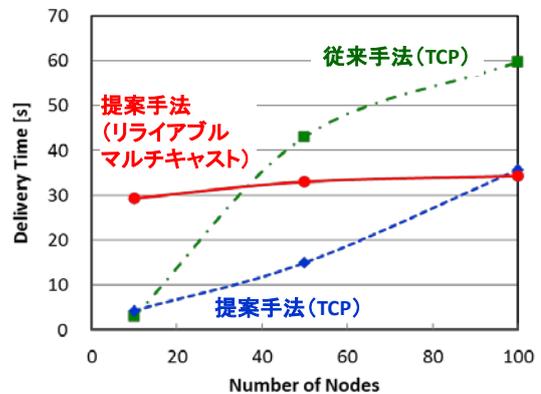


図 8 蓄積型配信ソフトウェアの実機評価結果

実機評価を行った結果、TCP を用いたユニキャスト配信と比較した場合、制御メッセージの分割・送信方法、配信状況に応じたタイムアウト制御機能を用いること (図中、

“提案手法 (TCP)” で従来手法 (図中、“従来手法 (TCP)”) と比較し、配信時間を約 32%~58%短縮可能であり、100 台の端末が存在する環境においては配信時間を約 32%短縮できることを確認した。リアルタイムマルチキャスト方式 (図中、“提案手法 (リアルタイムマルチキャスト)”) については、100 台の端末が存在する環境においても動作することを確認し、特に 100 台以上など本研究開発で想定する環境のように端末台数が多い環境において配信時間の短縮が可能である見込みを得た。同様に、パケット衝突回避手法を用いることで、全体のスループットが端末数 20 台の場合には約 51%、端末数 100 台の場合には約 18%向上しており、平均で約 37%向上できることを確認している。

以上の結果から、最大 100 台の利用者端末が存在する無線環境下において、本蓄積型配信技術の実現性、及び有効性が確認した。また、計算機シミュレーション評価と実機評価の結果から、最大 500 台の利用者端末へ確実に同報配信が可能な蓄積型配信技術を実現すると共に、最大 500 台の利用者端末における同報配信の完了状況を送信端末において把握することが可能である見込みを得た。なお、課題イで開発したネットワークリソース制御技術とも連携し、ネットワークリソース制御技術で算出した端末毎の優先度に応じてリソースの割り当ての実機上での動作確認を行っている。

## 2. 2. 課題イ) 災害時避難所等におけるネットワークリソース制御技術の研究開発

本研究開発では、災害時に多数の利用者端末が密集する環境において、重要な利用者が効率良く情報配信を行うためのネットワークリソース制御技術を開発した。この技術はネットワークリソース決定技術とネットワークリソース割当技術から構成される。ネットワークリソース決定技術では、災害時に避難所等に既設されているネットワークを利用者権限に応じて開放することにより、安全・安心なネットワークを構築する技術を開発する。一方、ネットワークリソース割当技術では、多数の避難者が存在することで無線の通信効率が低下する環境において、利用者権限に応じてネットワーク帯域を割り当てることにより、重要な利用者の通信を確保する技術を開発する。この 2 つの技術を組み合わせることで、自治体や消防といった重要度の高い利用者が、災害発生時に既設ネットワークの多くのリソースを利用可能となり、通信劣悪環境でも広く情報を配信することが可能となる。

### 2. 2. 1. ネットワークリソース決定技術

図 9 に、本研究開発で確立したネットワークリソース決定技術のシステム概要を示す。本研究開発では、IEEE802.1X に基づく認証により、個々の利用者を認識して、適切なアクセス権限を設定することを想定する。この技術による利用者認証は、利用するサービスに応じてアクセス権限を変更することができる。しかしながら、災害時のような不測の事態に平常時と異なるアクセス権限を設定することはできなかった。この問題に対処するために本研究開発では、平常時から認証時に利用している利用者属性に加え、災害時の利用者属性を予め定義しておき、利用者認証時に認証機構がこの利用者属性をサービス提供ネットワークに通知する。サービス提供ネットワークでは、入手した利用者属性を参照し、その時点で適切な属性を参照してネットワーク機器や経路へのアクセス権限を付与する。このように認証機構が適宜必要な利用者情報を属性

情報としてサービス提供ネットワークに通知することで、災害時にアクセス範囲を細かく設定する必要がなくなる。

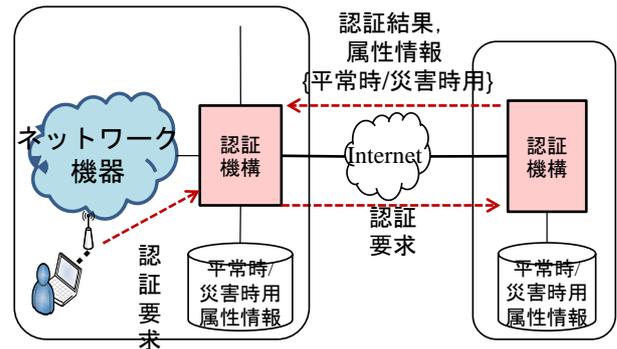


図 9 ネットワークリソース決定技術の概要

開発した図 9 のシステムでは、認証機構が通知する利用者属性として、災害時を示す emergency 属性を定義する。具体的には、優先や非優先など利用者を区別するための優先情報、及び緊急性の根拠となる具体的な所属情報を付加する。この属性は公共機関などの特定の認証機構が必要と判断した場合に付加する。一方、一般的なサービス提供ネットワークでは、同じ利用者でもアクセス先に応じて優先度を変更するための情報として、優先してアクセスしたい IP アドレスやポート番号などの各利用者に特化した情報を付加する。サービス提供ネットワークでは、避難所としての開放の有無に応じて、本システムの平常時モードと災害時モードを切り替える。平常時には、平常時の属性情報とその時のサービス提供ネットワークのアクセスポリシーを考慮してアクセス権限を決定する。一方、災害時には、平常時の属性情報に加えて emergency 属性を考慮して平常時とは異なるアクセスポリシーを設定する。

本研究開発ではネットワークリソース決定技術のプロトタイプシステムを構築し、提案技術の実現性や有効性を検証した。検証時に設定したアクセス権限を表 1、表 2 に記載する。

表 1 各利用者における平常時のアクセス権限

	大学機密サーバ	外部公開サーバ	災害掲示板サーバ
自治体/消防	×	×	×
大学	○	○	○
部外者	×	×	×

表 2 各利用者における災害時のアクセス権限

	大学機密サーバ	外部公開サーバ	災害掲示板サーバ
自治体/消防	○	○	○
大学	○	×	○
部外者/避難	×	×	○

利用者として、平常時はアクセスできないが災害時は最優先で扱う利用者 (自治体や消防を想定)、平常時も災害時もネットワークにアクセスできる利用者 (普段からのネットワーク利用者、表では大学関係者を想定)、平常時はアクセスできず災害時にも限定された範囲でネットワークにアクセスできる利用者 (避難者) の 3 種類を設定した。アクセス対象の装置としては、大学の機密サーバ、外部公開サーバ、災害時掲示板サーバの 3 種類を設定した。これらの条件で、各利用者が各サーバに対して、平常時モードと非常時モードで、想定したアクセス権限を実現できるか

を検証した。本検証により、表 1、表 2 の設定通りにアクセス権限を制御できることが確認できた。これにより、既設のネットワークを災害時に避難者に開放しても、自治体や消防のような重要利用者には全領域のアクセスを許可し、避難者には災害時のみの限定した用途のみのアクセスを許可するなど、適切なアクセス範囲が設定可能となる。よって、本技術を利用することで安心・安全なネットワークを構築することが可能となる。

## 2. 2. 2. ネットワークリソース割当技術

図 10 に、本研究開発で確立したネットワークリソース割当技術のシステム概要を示す。本研究開発では、課題アの情報配信制御管理技術として開発したパケット衝突回避手法を利用する。この技術を利用することで、避難所で生じる無線過密環境においても電波干渉の影響を抑え、通信速度の低下を抑えることが可能となる。しかしながら、課題アはネットワークレイヤの情報のみで通信制御を行っているために、利用者に応じて通信帯域を割り当てることが出来ない。この結果、自治体や消防が発信する公共性が高く重要な通信と避難者同士の個人的な通信を同様に扱い、避難所の人数が増すと重要な通信を発信/入手するのに長時間が必要となる。この問題に対処するために本研究開発では、課題アの情報配信制御管理を行う際に、データ送信者の属性を反映する仕組みを構築する。この仕組みを導入することにより、避難所に集まる人数が多くなり、個々の通信に時間がかかるような状況に応じて、自治体や消防が発信する重要な通信(救援物資情報や避難情報など)は迅速に入手できるシステムを構築する。

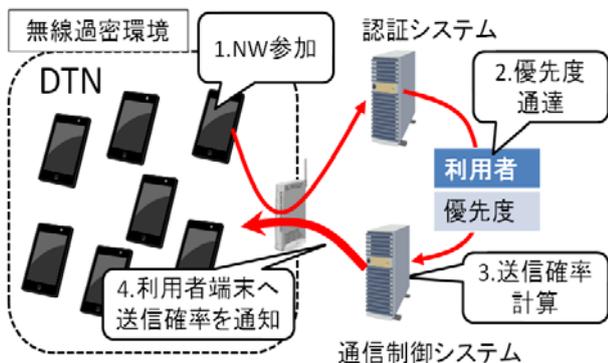


図 10 ネットワークリソース割当技術の概要

開発した図 10 のシステムは、ネットワークに参加する利用者端末と利用者の優先度を判断するための認証システム、通信制御システムで構成する。認証システムは各利用者に応じた優先度情報を格納する。通信制御システムは各利用者端末に割り当てる送信確率を計算する。また、利用者端末の送信制御はアプリケーションレイヤで行う。本システムは以下のステップで動作する。

1. 各利用者はネットワークに参加する際、利用者認証を行う。ここでネットワーク参加可否を判断する。
2. 認証システムではネットワークに参加した利用者の優先度情報を通信制御システムに伝達する。
3. 通信制御システムでは、ネットワークの参加者全員の優先度情報から各利用者端末に割り当てる送信確率を決定し、各利用者端末に伝達する。
4. 各利用者端末は、通信制御システムから伝達された送信確率に従い、各時間間隔の送信可否を決定する。本研究開発ではネットワークリソース割当技術のプロ

トタイプシステムを構築し、実現性やシステム性能を評価した。評価条件を表 3 に示す。

表 3 実験条件

項目	内容
通信モード	インフラストラクチャモード
端末総数	10, 20, 30, 50
優先度	1, 2, 3, 4, 5 (それぞれ端末総数の 1/5)
計測方法	端末を送信端末と受信端末に二分 送信端末が同じ優先度の受信端末に送信
計測項目	1MB のコンテンツ受信完了までの時間

図 11、図 12 に、それぞれ各優先度のファイル配信完了時間と各端末台数でのファイル配信完了時間の評価結果を示す。

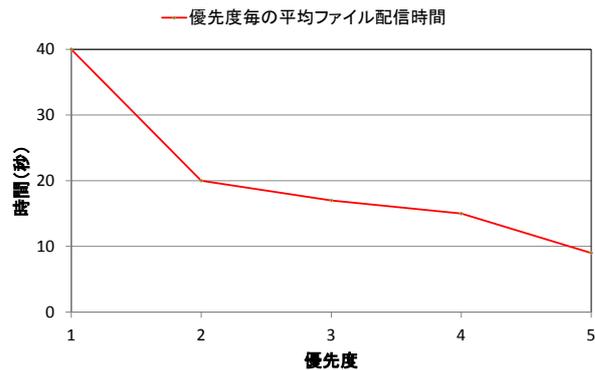


図 11 各利用者優先度でのファイル配信完了時間

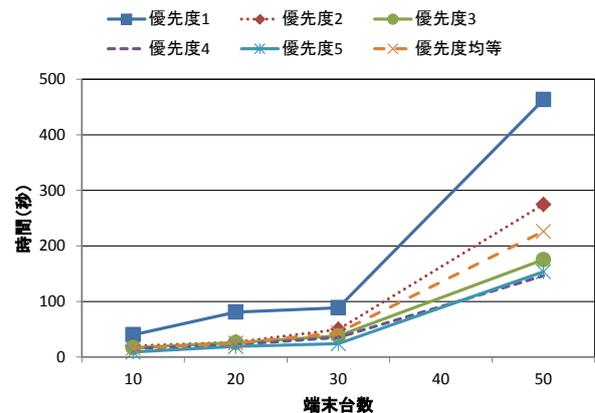


図 12 各端末台数でのファイル配信完了時間

図 11 より、各優先度のファイル配信完了時間は、利用者優先度 1 の利用者端末が 40 秒、利用者優先度 2 が 20 秒、利用者優先度 3 が 17 秒、利用者優先度 4 が 15 秒、利用者優先度 5 が 9 秒という結果が得られた。利用者優先度にはほぼ反比例してファイル配信完了時間が短縮することが確認できた。利用者優先度が同一のときの平均ファイル転送時間は 15.6 秒であり、最短のファイル転送時間は 13 秒であった。よって、利用者優先度同一の時の最短のファイル配信完了時間は、利用者優先度を変化させて割り当てた時の最短のファイル配信完了時間よりも遅い結果となり、利用者優先度によるアクセス制御が有効に働く。

また、図 12 より、無線帯域は変化しないため、端末台数が増加すると各端末に割り当てられる帯域が減少し、ファイル配信完了時間が長くなる。このときも優先度に応じてファイル配信時間が短縮することが確認できる。本評価では端末に割り当てる優先度を固定として評価したため、最も優先度の高い端末も端末台数の増加に応じてファイ

ル配信完了時間が長くなるが、優先度を端末台数に応じて動的に変化させることで、端末台数が増加しても優先端末の送信するファイルを一定時間以内に配信完了することも可能である。

以上の検証結果により、無線過密環境においても利用者権限に応じてネットワーク帯域を割り当てることが可能となる。よって、多数の避難者が存在することで無線の通信効率が低下する環境が生じて、自治体や消防などの発信する重要な通信（救援物資情報や避難情報など）を迅速に配信できる。

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

東日本大震災を契機とした災害救援、ネットワーク回復の標準化検討や ITU-T 及び他団体における関連する既存標準文書、既活動の特定、ITU-T における今後の活動の特定等を議論するため、2012 年 1 月に ITU-T の Focus Group on Disaster Relief Systems, Network Resilience and Recovery (FG-DR&NRR) が設立された。本 FG は 2014 年 5 月にクローズされたが、議論自体は Study Group 2 (SG2) や SG15 等に移行すべきとの議論がされており、動向を注視しながらこのような場を積極的に活用する。

本研究開発は、災害時等の通信事業者網を介した情報通信の可用性が限られた場合においても、広く普及している IEEE802.11a/b/g/n 等の無線 LAN 技術を活用しながら 1 箇所に多数の端末が密集する環境における通信手段を提供し、多数の端末に対する確実な情報配信を実現するシステムの確立を目指した研究である。このようなシステムとして、タブレット端末やスマートフォン等にインストール可能なソフトウェア、及び無線 LAN アクセスポイント・認証サーバ等を含むシステムが考えられる。

また、平成 23 年度補正予算「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（大規模災害においても通信を確保する耐災害ネットワーク管理制御技術の研究開発）」における「課題ウ 輻輳を回避し通信を確保する切断耐性ネットワークの研究開発」の成果との連携システムの実現方法についても検討が必要である。本連携については、平成 26 年 2 月に徳島県四市町（三好市、美馬市、つるぎ町、東みよし町）や高知県二市町（南国市、黒潮町）に、上記研究開発で開発した DTN アクセスポイント (DTN-AP) による災害情報の閲覧と本研究開発で開発した端末間情報配信を連携したシステムを自治体職員、地域住民の方々に実際に利用して頂き、有効性や効果を実証すると共に、その成果を「災害に強い情報通信ネットワーク構築に向けたガイドライン」のモデルシステムとして、耐災害 ICT 研究協議会へインプットしている。このような自治体でのフィールドテストを継続し、自治体等のヒアリングを行いながら、災害時には通信事業者網の可用性が限られた環境でも、より少ないコストでの情報共有を実現し、平常時でも防犯・行政・観光・交通情報等の閲覧、配信を行う自治体向け防災製品への導入を進める予定である。

さらに、アジア新興国市場においては、通信インフラ整備が未熟であるため、本技術が有効に活用できる市場であると考えている。そこで、本技術は、国内の自治体等のみならず、アジア新興国におけるインフラ未整備地域や海外のレスキュー隊等に向けたインフラ不要な自営型情報共有システムとしての適用も可能である。

本技術の展開として、まずは平成 26 年度中の自治体向け防災製品への導入に向け、製品化を進めている。

また、本研究開発の成果は、災害対策のみならず、平常時においても無線通信過密環境における大規模同報配信という課題を解決することが可能である。このような大規模配信機能の活用として、大規模イベント向けの情報配信システムやアジア新興国向けの電子教材配信システム等の実用化についても検討を進める。

### 4. むすび

本研究開発では、大規模災害時において被災地の通信能力を緊急増強する技術を確立するため、災害時避難所等における局所的同報配信技術の研究開発を行った。具体的に、災害時の避難所等において 1 箇所に多数の利用者端末が密集する無線通信過密環境におけるロバストな同報配信を実現する「蓄積型配信技術」、及び災害時に避難所等に既設されているネットワークを安心・安全に避難者に開放し、利用者の優先度を考慮したネットワークリソースの割り当てを実現する「ネットワークリソース制御技術」を確立し、計算機シミュレーションと実機実験の両面から動作検証、性能評価を完了した。また、本研究開発の成果を広くアピールするため、学会での口頭発表や対外的なシンポジウム、展示会などでのデモンストレーションを積極的に行い、当初目標を達成した。今後は、本研究開発の早期実用化を目指し、製品化を進めていく予定である。

#### 【査読付発表論文リスト】

- [1] Toshiki Watanabe, Shunichi Kinoshita, Yasuhiro Yamasaki, Hideaki Goto, Hideaki Sone, “Flexible Access and Priority Control System Based on 802.1X Authentication in Time of Disaster,” The 37th IEEE Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2013) Workshop on Middleware Architecture in the Internet, pp.385-390 (2013 年 7 月 22 日)
- [2] Bounpadith Kannhavong, Norio Yamagaki, Kazumine Ogura, Hirofumi Ueda, Norihito Fujita, “An Efficient One-To-Many Content Distribution Method for Wi-Fi Networks,” The 19th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC 2013), pp.356-361 (2013 年 8 月 30 日)
- [3] Bounpadith Kannhavong, Norio Yamagaki, Shunichi Kinoshita, Kazumine Ogura, Hirofumi Ueda, Norihito Fujita, Kazuaki Nakajima, “Implementation and Evaluation of Efficient One-To-Many Content Distribution Method in Wireless LAN with High Node Density,” The 20th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC 2014) (2014 年 10 月 1 日～3 日発表予定)

#### 【受賞リスト】

- [1] 渡辺 俊貴、電子情報通信学会 学術奨励賞、“無線端末過密環境において優先度制御を実現するアクセス制御システム”、2013 年 3 月 19 日

#### 【報道掲載リスト】

- [1] “回線不通でも動画など配信 NEC が新技術”、日本経済新聞、2013 年 12 月 4 日
- [2] “NEC、通信革命の先導なるか—C&C 時代本番迎える（サーチライト）”、日経産業新聞、2013 年 12 月 4 日
- [3] “NEC 情報伝達技術で世界初 端末同士補完しネットワーク構築”、フジサンケイビジネスアイ、2013 年 12 月 4 日