

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

研究代表者：西原 基夫(日本電気株式会社)

研究分担者：日本電気株式会社

国立大学法人 東北大学

研究期間：平成24年7月～平成25年3月（平成24年度 当初）

平成25年4月～平成26年3月（平成24年度 補正）

研究開発の内容

背景

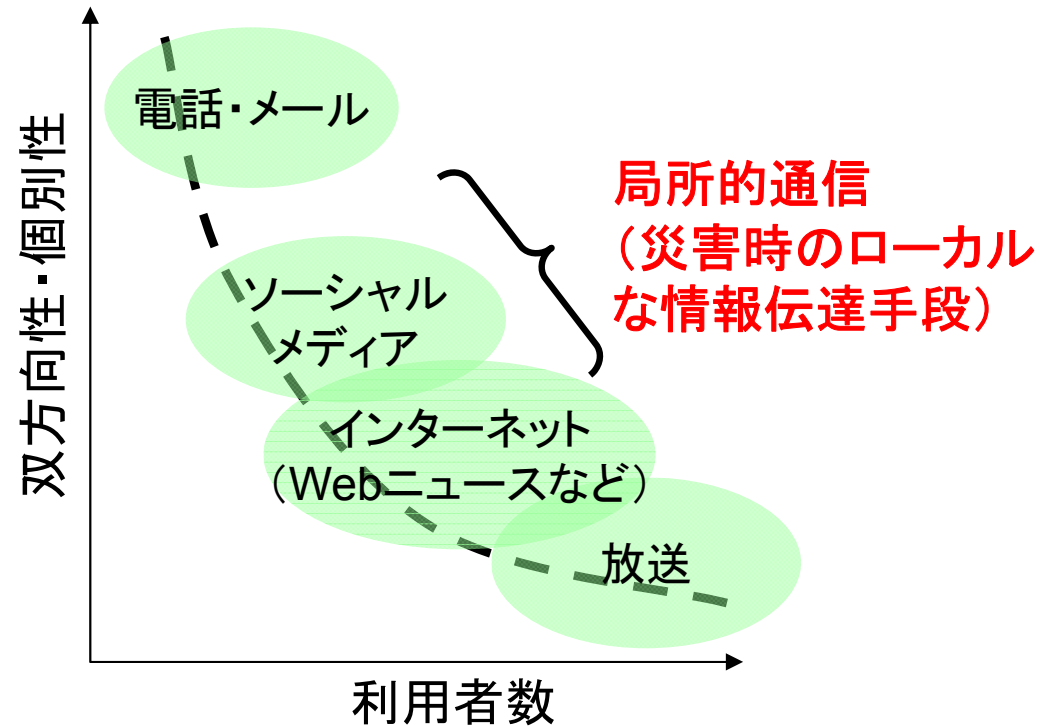
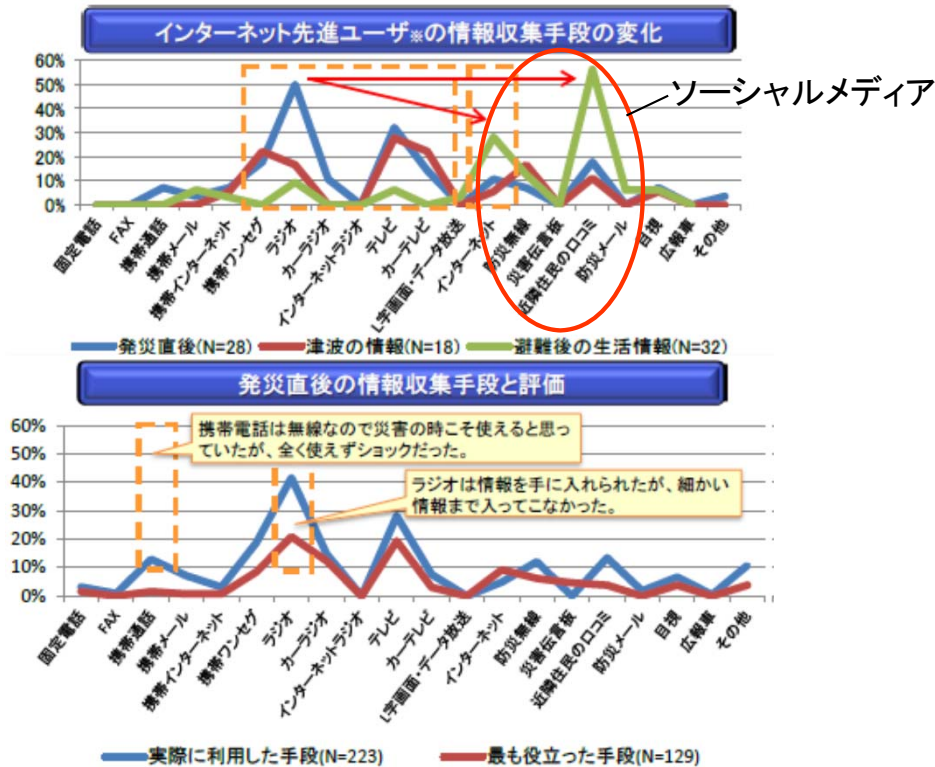
東日本大震災では、通信事業者網の設備損壊や輻輳のため、同一場所に多数の情報取得および発信困難者が発生

- 避難所: 被災者(320人(平均)~3000人(最大)/避難所(2011/3/14@仙台市))
- 駅: 帰宅困難者(1000人~/主要駅(2011/3/11 21:00@首都圏))

出典: 宮城県ホームページ・警察庁広報資料

■これまでの電話・メール(個別・1対1)、放送(公共・広域)に加えて、避難所・駅などにおける局所的通信が今後重要

→ 震災後の生活情報収集のロコミに近い、即時性・地域性の高い情報収集を可能とするため



課題・目的

災害時局所的通信に適した通信手段:無線LAN

- スマートフォン・タブレット等、無線LAN通信機能を備える端末の普及による汎用性
- バッテリー+アドホック通信機能:災害時でも自立した運用が可能
- 可搬性+携帯可能であるため、設置や設備のコストが低い

【他の手段との比較】

	モバイル網	エリアワンセグ	無線LAN
耐災害性	×	○	○
コスト	○	△	○
双方向性	○	×	○
収容端末数	○	○	△

無線LANの特徴として、
アクセスポイント(AP)・端末台数の
増加に伴い、通信効率が低下する

課題

災害時避難所や駅において、数百台規模で無線LAN(5GHz帯含む)を用いた通信を行うのは困難

本研究の目的

本研究により、無線LAN環境において最大500台の
端末への情報配信・端末からの情報発信を実現する

研究開発の全体イメージ

課題全体の
目的

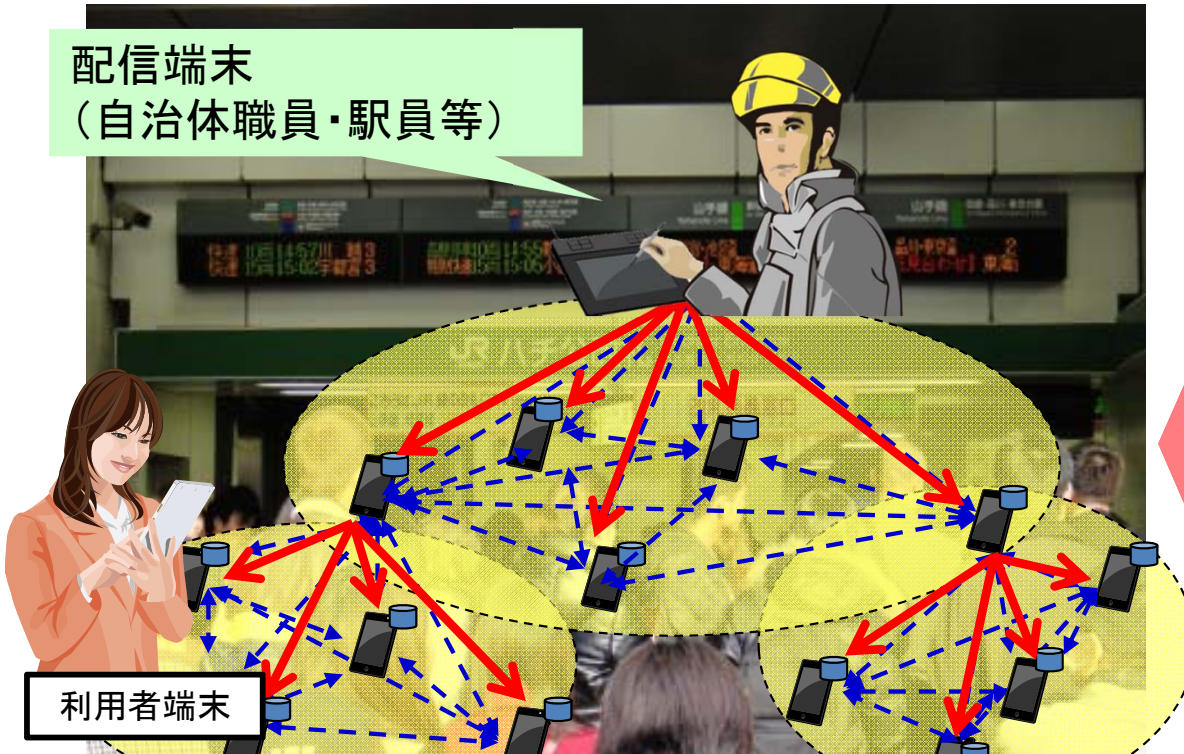
混雑している避難所や駅などの無線LAN過密環境において
最大500台の端末への情報配信・端末からの情報配信を実現

研究課題

課題ア: 災害時避難所等における蓄積型
配信技術(日本電気株式会社)

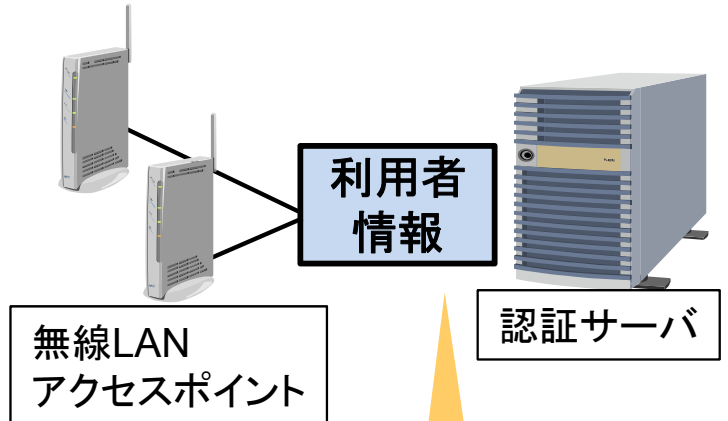
課題イ: 災害時避難所等におけるネットワーク
リソース制御技術(東北大学)

配信端末
(自治体職員・駅員等)



利用者端末

限られた通信機会 & 蓄積された情報を最大限活用することで、多数の端末が密集する環境における災害情報の配信・利用者発信情報の共有を実現



端末数や利用者属性を基に利用者のネットワークリソース(通信権)を時分割で割り当てることにより、

- 災害時における安心・安全なネットワークの利用
- 重要な利用者に対する通信の確保を実現

研究開発成果概要

課題ア) 災害時避難所等における蓄積型配信技術(1/4)

【日本電気株式会社】

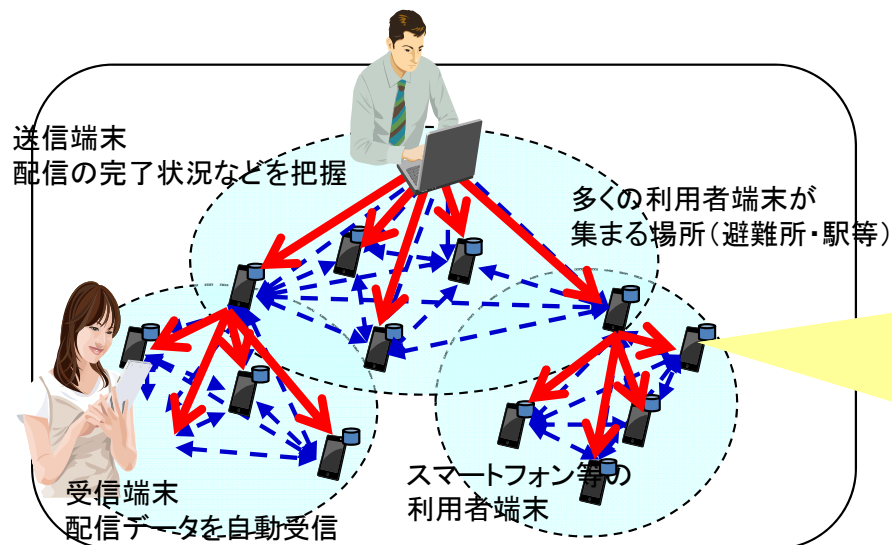
目標

無線LAN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、無線LANを用いた蓄積型配信技術を確立し、100台の利用者端末を用いた実機検証・評価により情報配信の実現性を検証する。

成果

最大500台の端末環境において、複数の利用者端末に効率よく情報配信を実現するための蓄積型配信技術を確立

- リライアブルマルチキャスト技術
DTNの仕組みを活用し、多数の端末に対して効率的な情報配信を行うための技術
- 情報配信制御管理技術
パケット衝突回避手法を中心とした技術



※DTN: Delay/Disruption-Tolerant Network

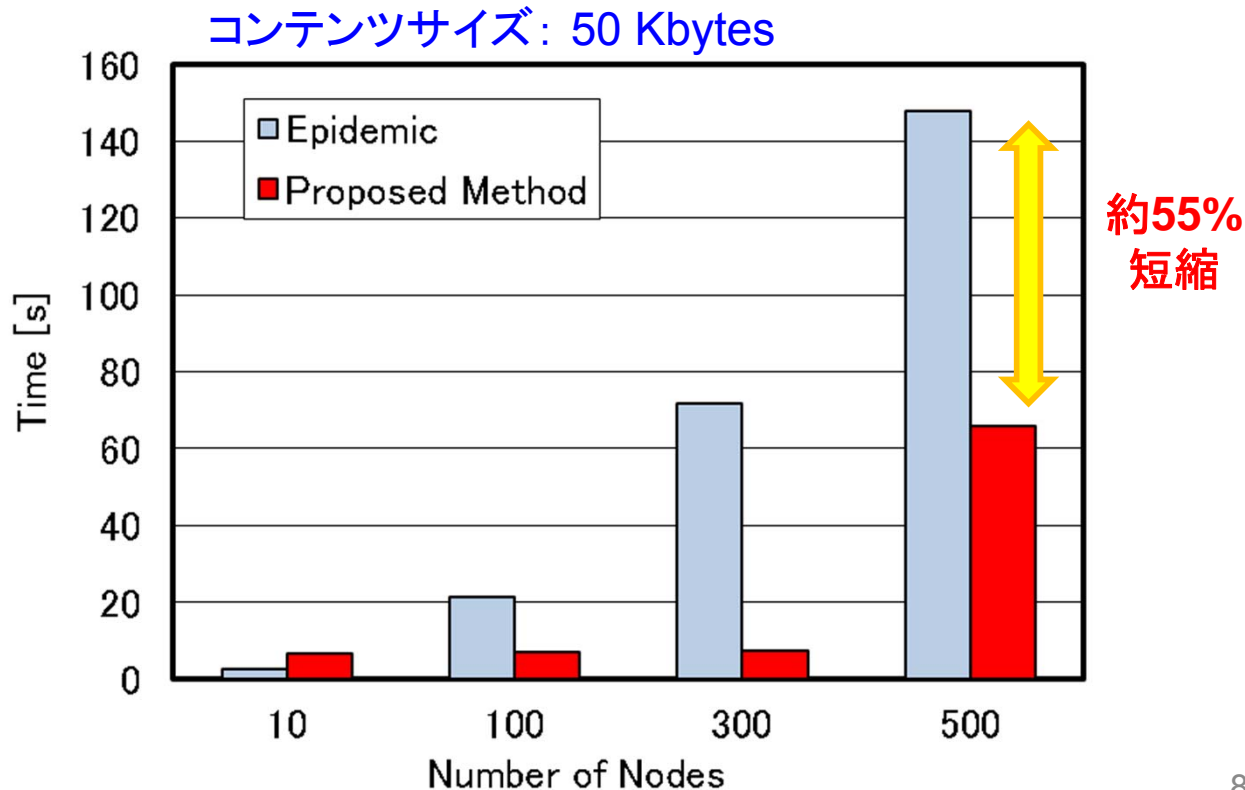
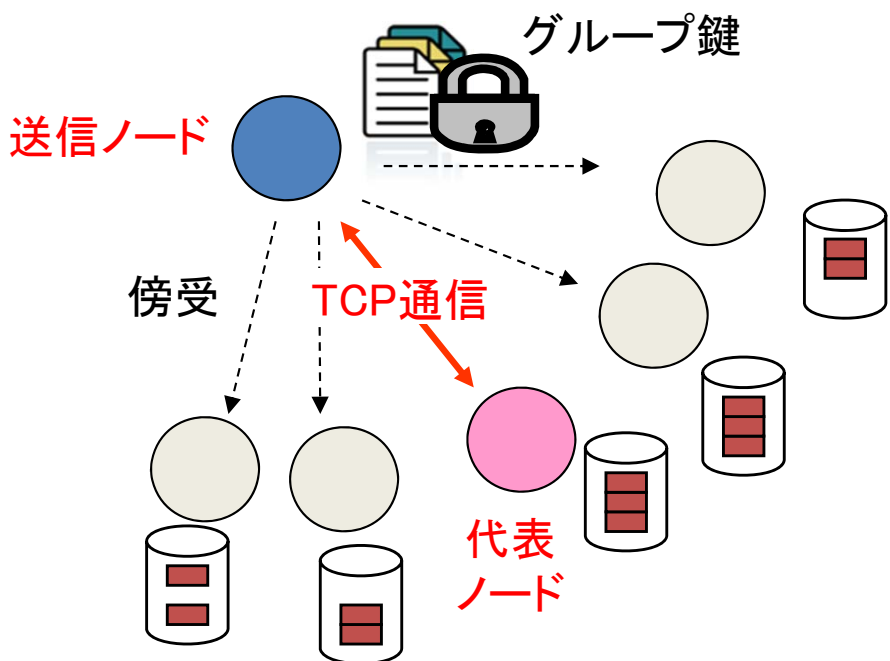
課題ア) 災害時避難所等における蓄積型配信技術(2/4)

【日本電気株式会社】

成果

リライアブルマルチキャスト方式のシミュレーション評価

- リライアブルマルチキャスト方式
 - 受信端末の中から代表端末を選択し、送信端末と代表端末でTCPによりコンテンツを転送。
 - 他の受信端末は、TCP通信を傍受してデータ受信。受信できなかったデータは後で再送要求。
- コンテンツサイズ、マルチキャストへの参加端末数、主要制御メッセージを用いた性能評価を実施。
 - FTP、DTNのエピデミックブロードキャストと比較し、コンテンツ配信時間を約55%以上短縮
 - マルチキャストへの参加ノード数が多いほど効果が高い
 - 不足データが最大のノードを代表ノードとして選択する方が、コンテンツ配信時間の短縮化に有効であることを確認



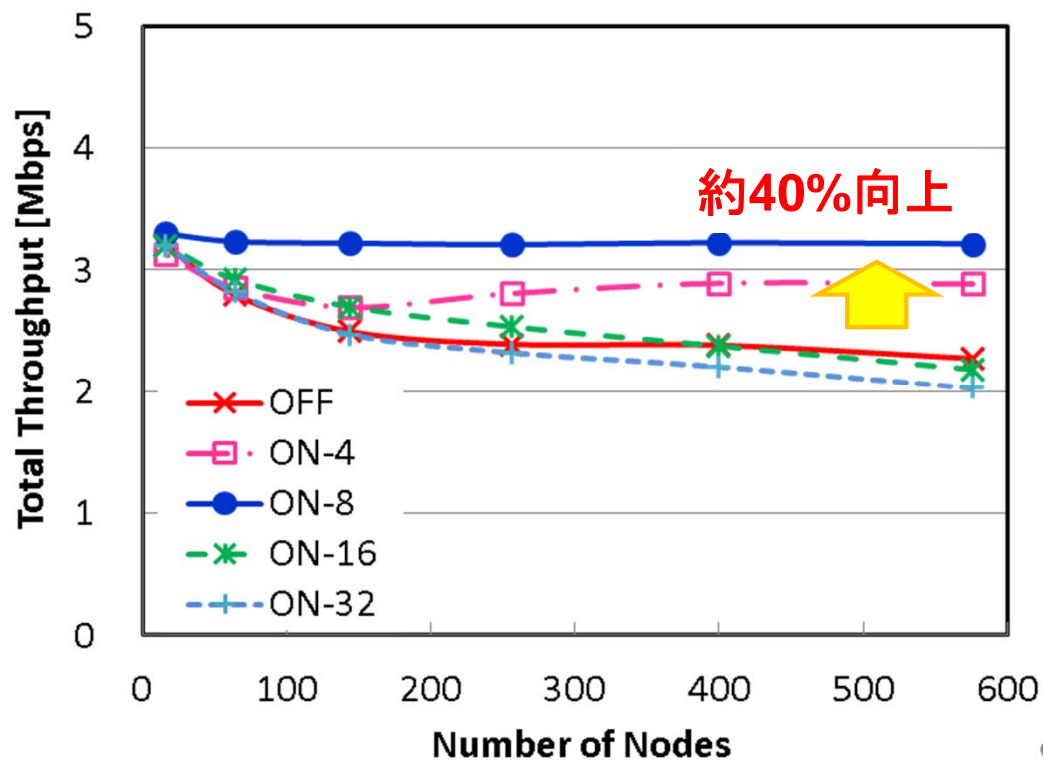
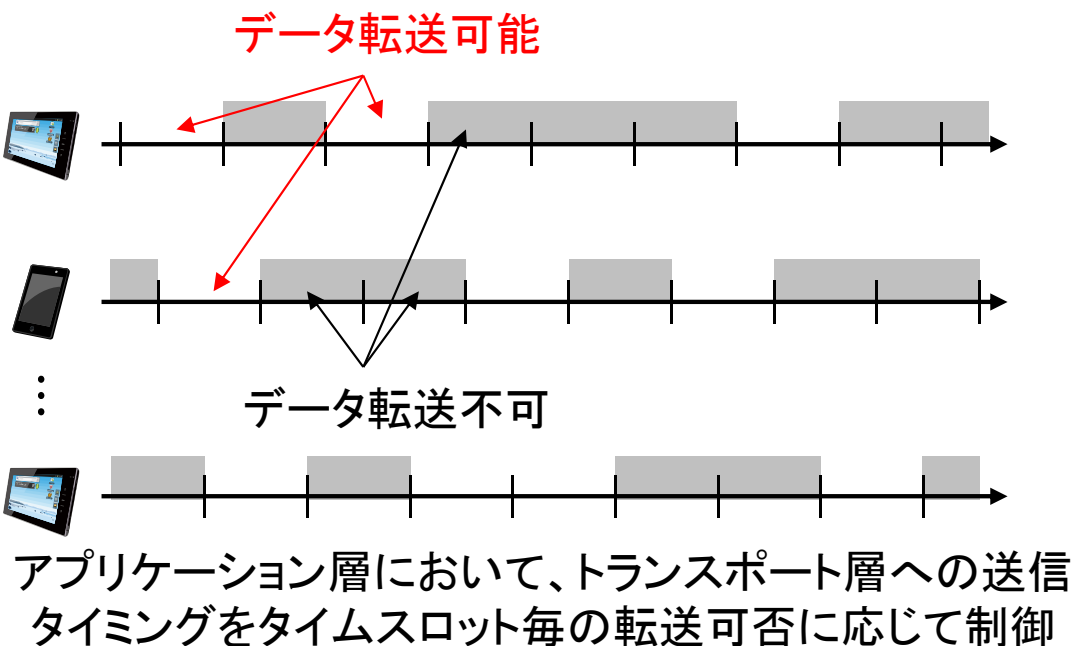
課題ア) 災害時避難所等における蓄積型配信技術(3/4)

【日本電気株式会社】

成果

パケット衝突回避手法のシミュレーション評価

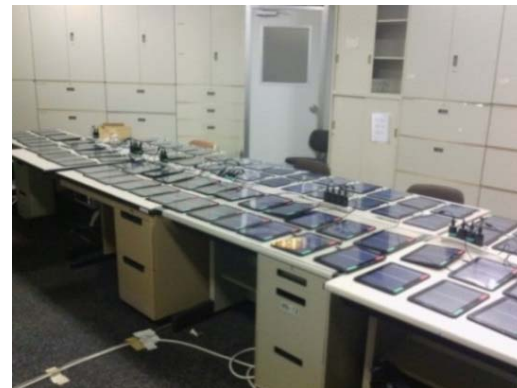
- パケット衝突回避手法
 - 各端末がそれぞれ独自にタイムスロットを管理し、自身が収集したネットワーク内の端末数に応じて、コンテンツを分割したデータブロックのトランスポート層への送信タイミングを制御
 - 限られた無線リソースを端末間で共有し、効率的な情報配信を提供する
- 送信可能ノード数、タイムスロット長、データブロックサイズを変化させての性能評価を実施
 - 576ノード環境において、送信可能ノード数を8に設定することで約40%スループットを向上
 - データブロックのサイズを変化させても有効性は変わらないが、タイムスロット長の適切な設定が必要



課題ア) 災害時避難所等における蓄積型配信技術(4/4)

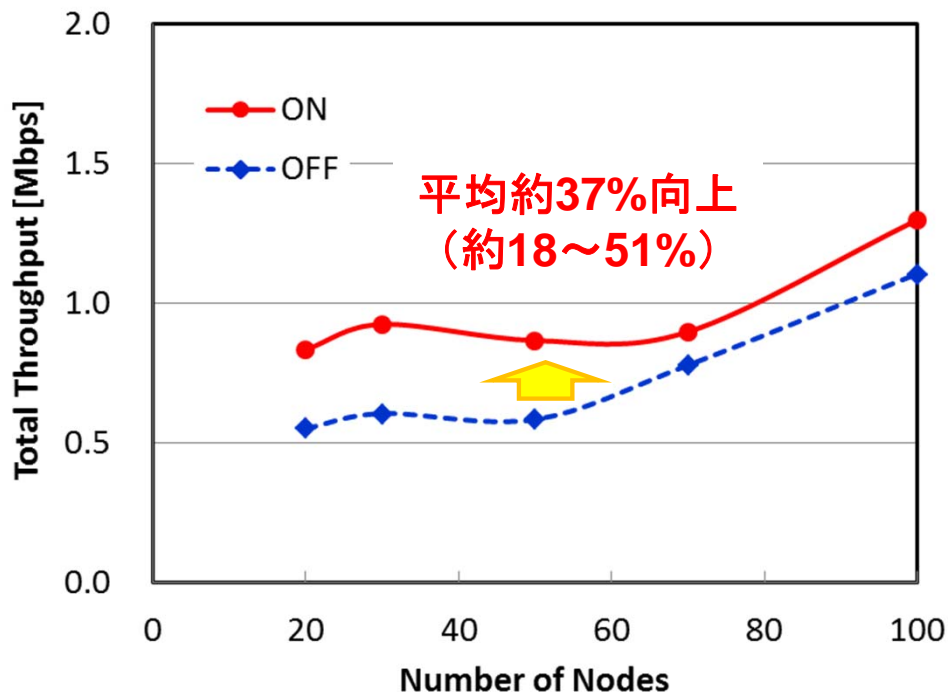
【日本電気株式会社】

成果 100台の端末による実機実験により蓄積型配信技術の有効性を確認

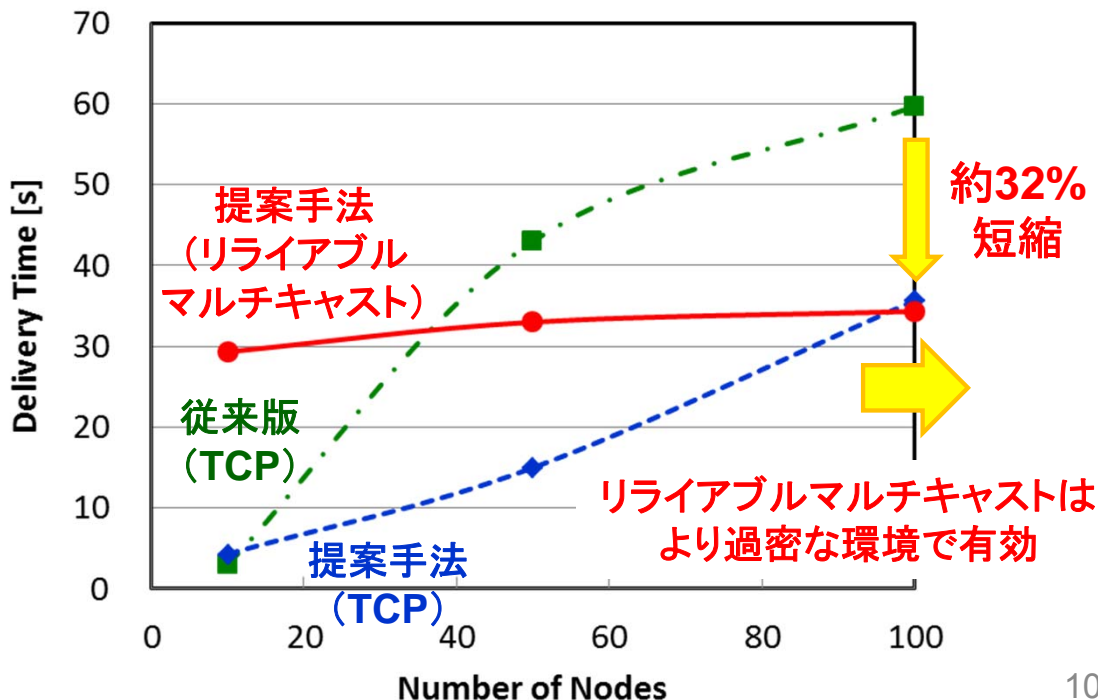


- リライアブルマルチキャスト、パケット衝突回避手法、新規考案の制御メッセージ交換負荷削減、配信状況を考慮したタイムアウト制御技術を連携させ、配信状況確認機能を実装した蓄積型配信技術のソフトウェアを試作。
- 100台の端末を用いた実証実験を行い、有効性を確認
 - パケット衝突回避手法により全体のスループットを平均37%向上
 - TCPによるユニキャスト配信で100台環境で配信時間を約32%短縮
 - リライアブルマルチキャストについては100台以上の環境において有効である見込みを得た。
 - ネットワーク制御管理技術(課題イ)との連携動作についても確認

✓ パケット衝突回避手法利用時の全体スループット



✓ 100台への配信性能



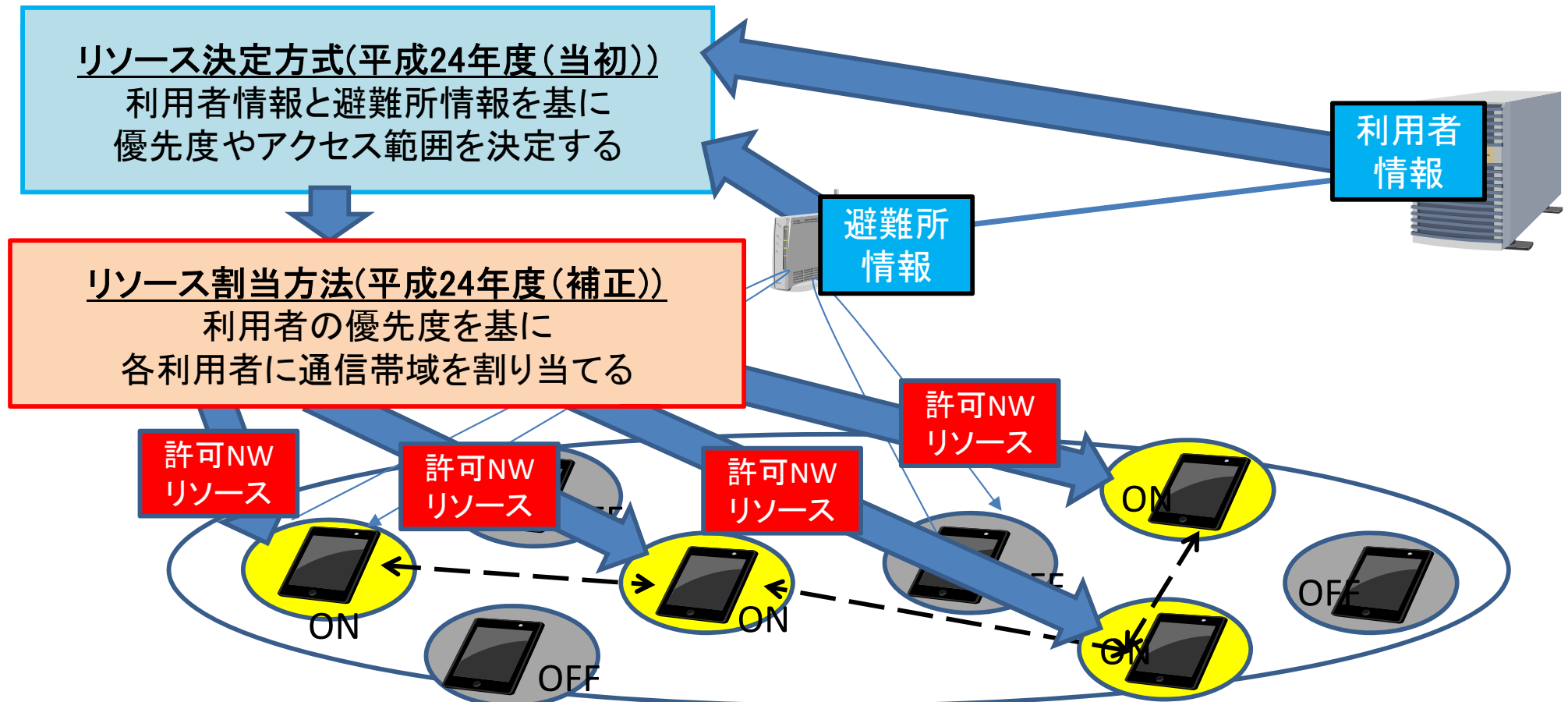
課題イ) 災害時避難所等におけるネットワークリソース制御技術(1/5)

【国立大学法人 東北大学】

目標

本研究開発では、災害時等に避難所に多種の利用者が存在する環境においても、適切な範囲で無線LANアクセスを提供するためのネットワークリソース制御技術(リソース決定方法とリソース割当方法)の研究開発を行う。この技術により、下記を実現する

- 災害時における安心・安全なネットワークの利用(リソース決定方式)
- 重要な利用者に対する通信の確保(リソース割当方式)



災害時避難所のように無線LANアクセスポイントの收容能力を上回る過密環境においても、適切な範囲で無線LANアクセスを提供するためのネットワークリソース制御技術を開発する。

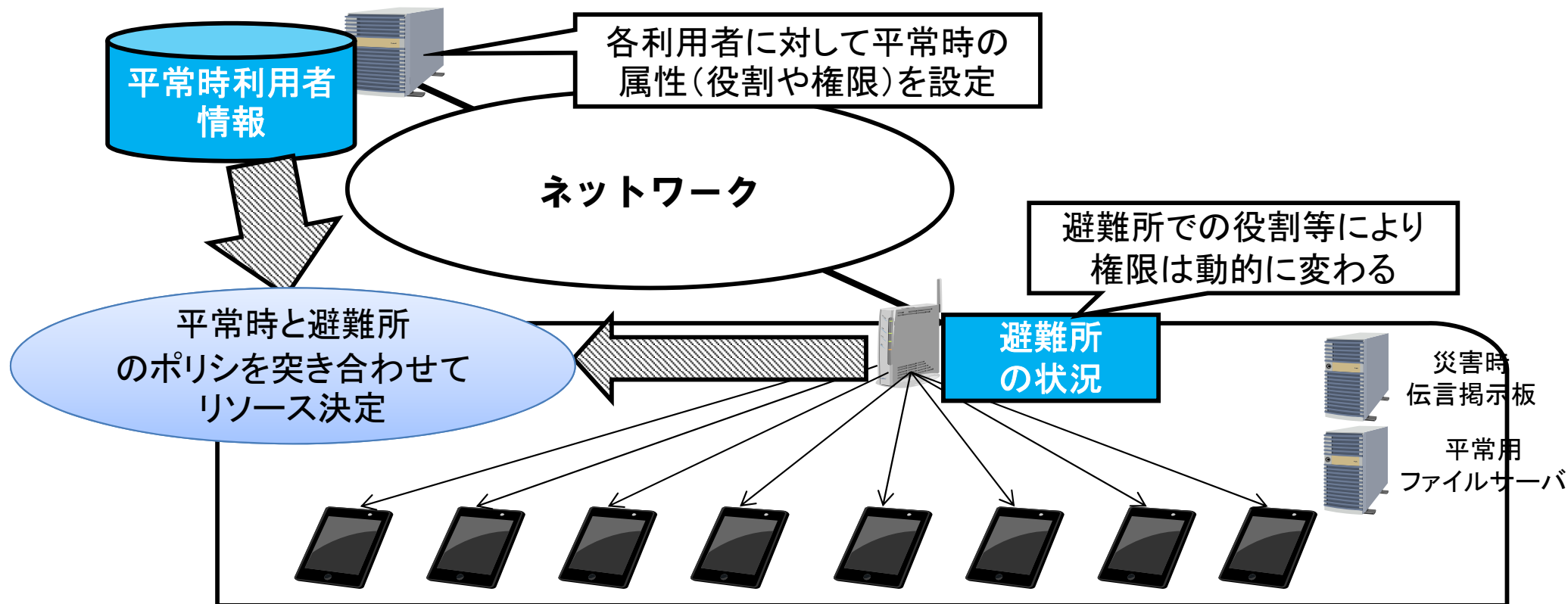
課題イ) 災害時避難所等におけるネットワークリソース制御技術(2/5)

【国立大学法人 東北大学】

- ## 目標
- ・ 災害時避難所を想定したネットワークリソース制御技術(リソース決定方法)を確立する。
 - ・ 平常時の利用を想定した利用者属性だけでなく、避難所の状況を考慮したリソース決定方法を確立することにより、平常時に市役所や大学等で利用されている避難所のネットワークを災害時に安心して避難者に開放することができる。

研究開発手法

- ・ 利用者情報のデータとネットワーク提供側の状況を同時に考慮することで、ネットワークリソース決定を決定する。これにより、同じユーザでも状況(平常時 or 災害時)によってアクセス先を柔軟に変更する



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(3/5)

【国立大学法人 東北大学】

成果 ネットワークリソース決定方式の提案とプロトタイプシステムでの評価

- 災害時避難所等の無線通信過密環境において安全にネットワークを避難者に解放する方式を提案
 - 既存方式: 利用するサービスに応じてアクセス権限を決定
 - 平常時と災害時で同じアクセス権限となり、不測の事態にネットワークを解放できない。
 - 提案方式: 利用者情報とネットワーク提供機関のポリシーを考慮してアクセス権限を変更
 - 災害時にポリシー変更することで、平常時と災害時でアクセス権限を変更可
- 実証実験により、有効性を確認
 - 様々な利用者・利用レベルを災害時と平常時で使い分けを確認。
 - 避難者に対して安全にアクセスポイントを解放することができる見込みを得た。

大学NWを想定した実験結果(平常時)

大学NWを想定した実験結果(災害時)

平常時	大学機密サーバ	外部サーバ	災害掲示板サーバ
自治体 消防	×	×	×
大学	○	○	○
部外者	×	×	×

平常時は大学関係者のみアクセス可能

災害時	大学機密サーバ	外部サーバ	災害掲示板サーバ
自治体 消防	○	○	○
大学	○	×	○
部外者 (避難)	×	×	○

非常時には全領域にアクセス可能
避難者でも掲示板にはアクセス可

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(4/5)

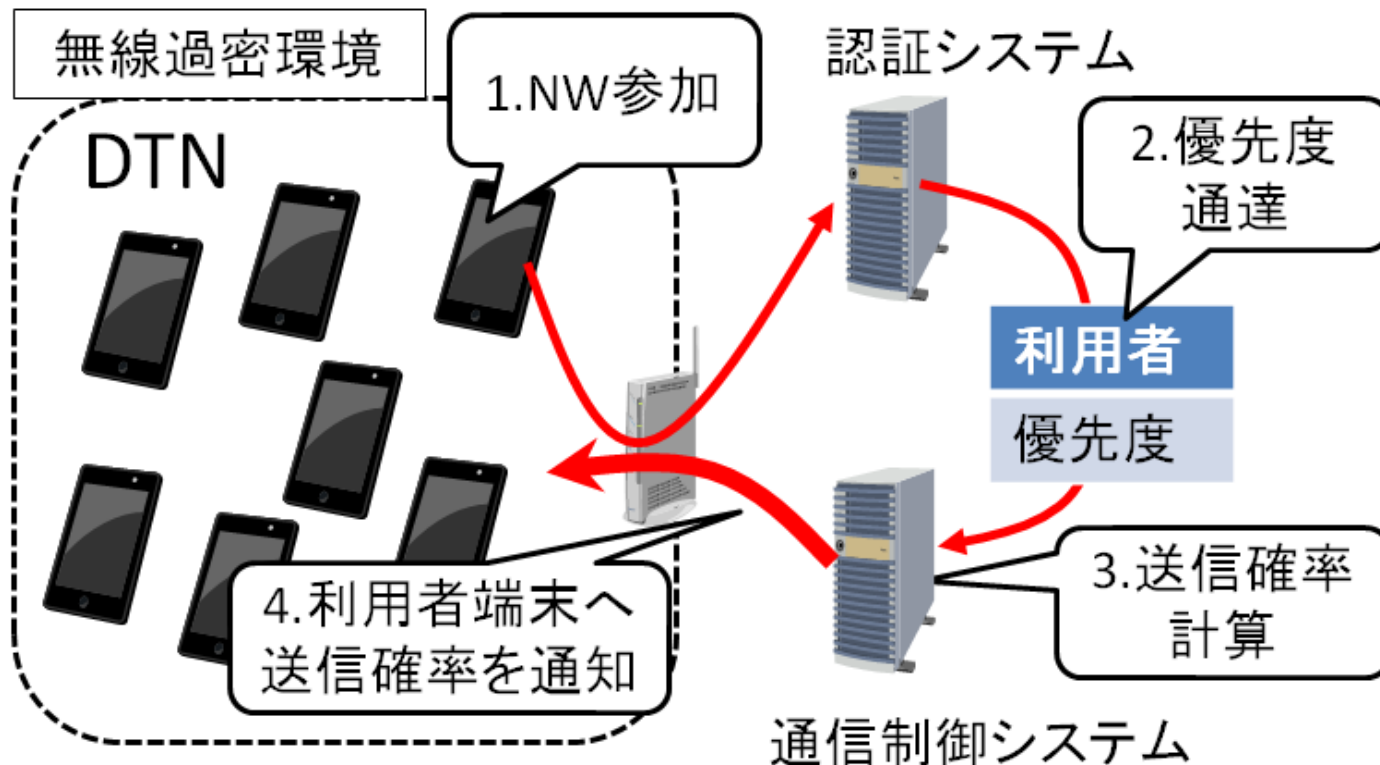
【国立大学法人 東北大学】

目 標

- ・ 災害時避難所を想定したネットワークリソース制御技術(リソース割当方法)を確立する。
- ・ 災害時避難所のように無線LANアクセスポイントの收容能力を上回る過密環境(收容規模にして最大500台規模の端末が存在する環境)においても、コネクション割当方式を確立することで、重要な利用者に対する通信を確保する。

研究開発手法

- ・ 課題アの packets 衝突回避手法を用いて、各端末の送信タイミングを制御し、ネットワークのコネクション数を一定範囲に収まるよう調整する。この際に認証システムと連携するし、重要利用者には大きなリソース利用権を割り当てる。

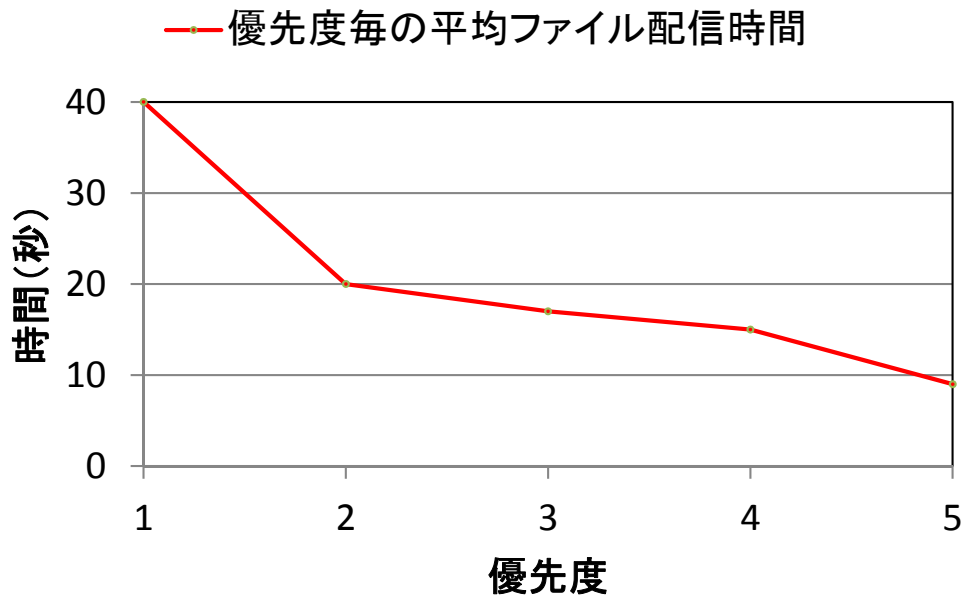


課題イ) 災害時避難所等におけるネットワークリソース制御技術(5/5)

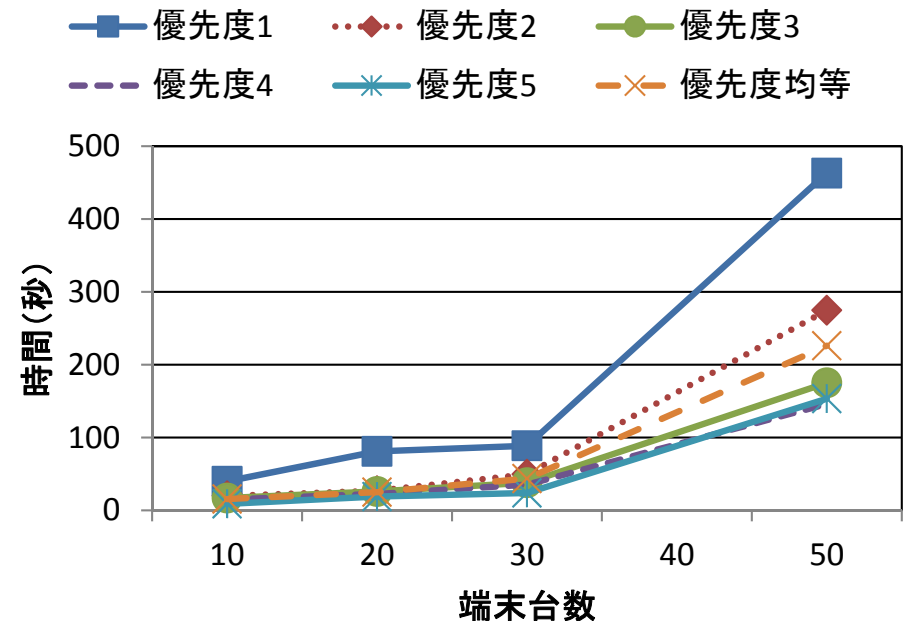
【国立大学法人 東北大学】

成果 ネットワークリソース割当方式の提案とプロトタイプシステムでの評価

- 課題アの仕組みに利用者の優先度を組み込み、高優先度端末の通信速度を向上する技術を提案
 - NWに参加時に利用者認証を実施。NWに参加者の優先度情報をシステムで管理。
 - 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。
 - この送信確率によってDTN通信の通信間隔を決定。
 - プロトタイプシステムを試作して、実証実験で有効性を確認
 - 高優先度の利用者の通信速度は一般利用者の3~5倍となることを確認(下左図)。
 - 端末台数が増加しても同様の傾向を確認(下右図)
 - 優先度の動的変更機能を加え、重要利用者の通信を一定時間に収めることも(将来)
- ⇒本機構により、無線過密環境において自治体や消防等の重要情報を発信する人の通信を確保



各利用者優先度でのファイル配信完了時間

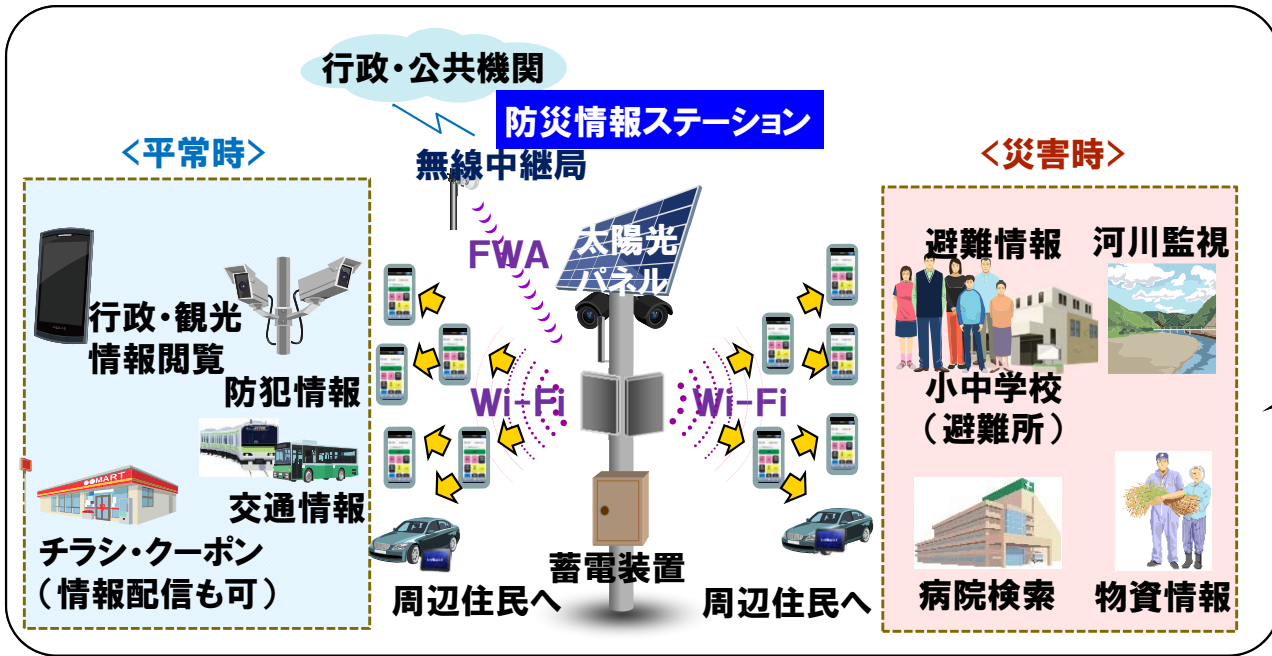


各端末台数でのファイル配信完了時間

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

実用化に向けたロードマップ

防災向け製品としての活用

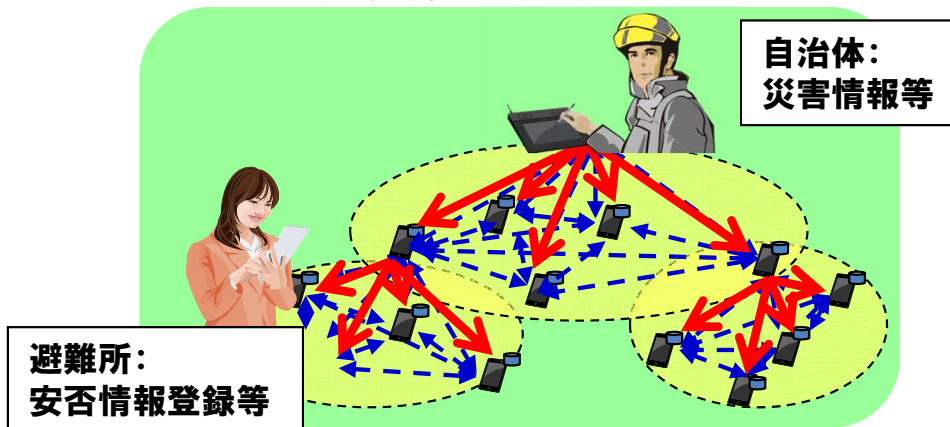


平成26年度中に製品化を予定

自治体向け災害時
ネットワーク製品
へ展開

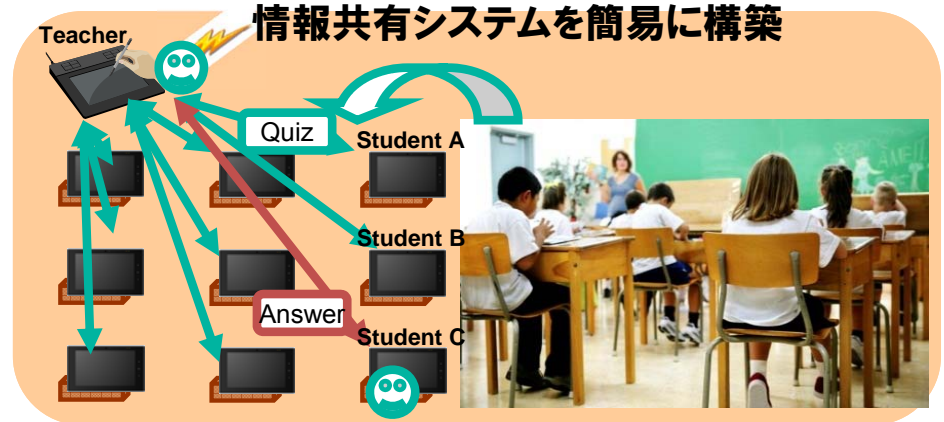
過密環境における大規模配信機能の活用

大規模情報共有システム



検討中

災害時には、学校が保有するタブレット等を用いた
情報共有システムを簡易に構築



まとめ(本研究の効果について)

Breakthrough

これまでの無線LANでは不可能であった過密環境における通信を、無線LANのプロトコルを変更することなく、コネクションリソース制御技術と蓄積型配信技術とで実現

現状分析

利用者

- ・ 繋がらないネットワーク
- ・ 限られた情報共有手段

→ 情報が得られないことに対する不安

情報提供者

- ・ 必要な情報が伝わらない
- ・ 情報弱者への対応に課題

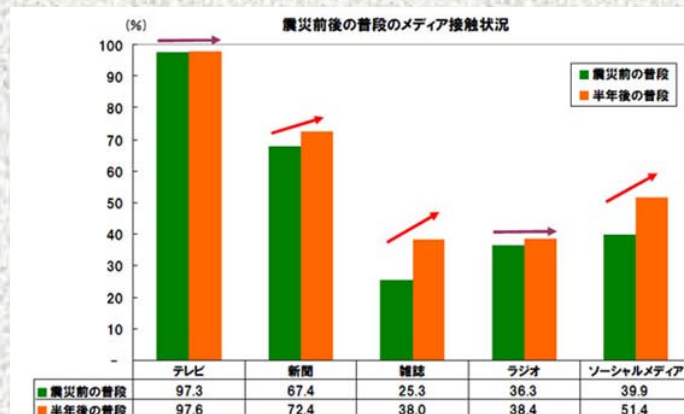
→ 適切な指示を隔たりなく伝えることができない



災害情報のモニターを見つめる人々

利用者端末の潮流

- ・ 急激なスマートフォン、タブレットの普及
- ・ オフロード対策としての無線LANの活用



震災前後の普段のメディア接触状況(出典:博報堂DYメディアパートナーズ)

震災前と震災半年後のメディアの接触状況についてのアンケートによると、ソーシャルメディアへの接触が10ポイント以上(39.9%→51.4%)も上昇していた。

本研究の効果

将来の災害対策を見据えた無線による災害対策システムが必要

本研究開発により、無線過密環境下において利用者端末最大500台規模への確実な情報配信を実現

