

災害に強いネットワークを実現するための技術の研究開発

Research and development of technologies for realizing disaster-resilient networks

代表研究責任者 安達文幸 国立大学法人東北大学

研究開発期間 平成 23 年度～平成 24 年度

【Abstract】

The Great East Japan Earthquake destroyed communications networks and caused serious disruption of transfer of the safety and goods supplies information in the evacuation centers. If municipalities could have private communications networks that are disaster-resilient and infrangible, the social counter-measures against disasters can promptly be established. Therefore, the purpose is to develop the technologies to realize disaster-resilient and infrangible private communications networks. The goal is to realize wireless nodes (hereafter called the “Community Network Nodes”) which, in spite of a disaster, can transfer regional and disaster-prevention information to smartphones via wireless LANs. In this R&D project, the comprehensive technology was developed to realize a disaster-resilient multilayered communication network. The multilayered communication network is designed to immediately reconfigure surviving network resources using automatically collected connectivity data of the community network nodes and wired communications lines and detour the traffic of a destructed community network by using relaying through neighboring community network nodes. Also carried out in this R&D project were demonstrative tests and practical technologies development, using the test-bed implemented in the Tohoku region by the National Institute of Information and Communications Technology (NICT).

1 研究開発体制

- 代表研究責任者 安達 文幸（国立大学法人 東北大学）
- 研究分担者 研究分担者名 竹内 和則（株式会社 KDDI 研究所）
研究分担者名 岸 洋司（KDDI 株式会社）
研究分担者名 浜口 雅春（沖電気工業株式会社）
- 研究開発期間 平成 23 年度～平成 24 年度
- 研究開発予算 総額 1,095 百万円

（内訳）

平成 23 年度補正
1,095 百万円

2 研究開発課題の目的および意義

東日本大震災では、通信網の損壊等により、避難所等における安否情報や物資情報の伝達に支障が生じた。このような場合においても、災害に強く壊れない自営網を市町村等が有していれば、災害対応の体制を速やかに立ち上げることが可能となる。このため、自営網向けの災害に強く壊れないネットワークを構築する技術を確認することを目標とする。災害時に、地域ネットワークノード及びその有線通信回線の疎通状況を自動的に把握し、有線通信回線が損壊した地域ネットワークノードに対して、近隣の地域ネットワークノードが無線による通信データの中継を行うことで通信を維持するなど、災害後に生き残ったネットワーク資源を直ちに再構成する技術等を確認し、災害に強く壊れない「重層的通信ネットワーク」の実現を目指す。具体的には、災害に強い地域ネットワークノードの高信頼化技術及び電力状況等の情報を活用した最適ルーティング技術を確認する。さらに、災害時のパケットロスが多い劣悪な通信環境下でも音声通信や画像伝送を可能とする技術を確認する。これにより、災害時においても無線 LAN 等を通じてスマートフォン等に地域情報や防災情報の提供が可能となる。また、独立行政法人情報通信研究機構（N I C T）が東北地方に構築するテストベッドを活用することにより、実用化を見据えた技術の開発及び実証実験を行う。

3 研究開発成果

本研究開発では、災害に強く壊れない「重層的通信ネットワーク」を実現するための総合技術（ネットワークノード高信頼化技術（課題ア）、ネットワークの最適ルーティング技術（課題イ）、及びネットワークの負荷軽減や安全確保に資する高能率通信方式技術（課題ウ）を開発した。また、グループ通信や個人を特定した救難情報などを提供するための安全安心なセキュア通信技術（課題エ）を開発した。

これにより、災害時に公衆通信ネットワークが損壊による通信不能や深刻な輻輳状態に陥ったときに、生き残った地域ネットワークを連携させて即座に迂回通信路を構成することで通信機能を早期に復旧させることが可能となり、安否確認や災害救助などを即座に行えるようになった。これにより、社会の大混乱や甚大な経済的損失を避けることができるようになった。

3. 1 課題ア) 地域ネットワークノード高信頼化技術の研究開発

災害時に自律的にネットワークを再構成可能なネットワークの実用化に向けて、地域ネットワークノードの高信頼化に必要な要素技術を開発する。具体的には、災害時など、いくつかの地域ネットワークノードが完全に機能停止した場合においてもネットワークへの接続継続性を担保するため、複数の地域ネットワークノードが連携して送受信を行うことのできる連携ダイバーシチ技術の開発を行う。また、地域ネットワークノードは災害時の無線通信を確保するために無線 LAN や地域 W i M A X など複数の周波数帯を利用できることが必要である。伝送距離を伸ばし、データを中継する地域ネットワークノード数を削減して遅延やスループットを改善するため、指向性を変化させることのできる小型アンテナが必要となる。このため、複数の周波数帯（UHF 帯、2.4GHz 帯、2.5GHz 帯、5GHz 帯等）に適用可能で、指向性を変化可能な小型広帯域アンテナ技術（10 c m 程度）の開発を行う。

加えて、当該ネットワークが災害時に有線通信回線及び近隣地域ネットワークノードの損壊等により孤立した際に、直ちに衛星ネットワーク等と接続して通信の確保を可能とする技術の開発を行う。併せて、災害時に自律的かつ迅速にネットワークを復旧・拡張するための可搬型地域ネットワークノード構成技術を開発する。

「重層的通信ネットワーク」では、災害時に生き残った地域ネットワークを連携させて即座に迂回通信路を構成することを目指している。そこで、課題ア-1) では、生き残った地域ネットワークの混雑状況

や端末(中継装置)周辺の電波状況などを基に、繋がるネットワークを選択する技術を開発した。また、課題ア-2)では、地域ネットワークノードのエントランス回線が災害によって切断されてしまったときに、近傍の地域ネットワークノードと無線リレー技術を用いて即座に復旧させる技術を開発した。さらに、課題ア-3)では、広域にわたって地域ネットワークが壊滅してしまったような災害地へ機動性の高い車両を複数投入して臨時の地域ネットワークを形成する技術を開発した。

地域ネットワーク自身も災害に強くできれば、「重層的通信ネットワーク」全体を災害により強くできる。そこで、課題ア-4)では、地域ネットワークノードを高信頼化し災害に強くするための基盤技術を確立した。具体的には、一時的に緊急情報を収集・保存できる低消費電力・高機能ネットワークノード、複数の地域ネットワークノードが連携して送受信を行う連携ダイバーシチ技術、無線LANや地域WiMAXなど複数の周波数帯を利用できる小型の可変指向性アンテナを開発した。

以上により、地域ネットワークノードの高信頼化を可能とし、災害時に生き残った地域ネットワークを連携させて即座に迂回通信路を構成して通信機能を早期に復旧させることができ、安否確認や災害救助などを即座に行えるようになった。

ア-1) 地域ネットワークノード接続制御技術の研究開発

重層的通信端末模擬装置経由時に、従来技術よりも通信を疎通させることが、災害時の通信手段に求められる。そこで、地域ネットワークノードの高信頼化の指標として、地域無線ネットワークの電波資源逼迫時の一定時間内に生じた通信の中で、所定の品質を満たさない通信の割合を通信品質低下率と定義し、この指標を従来技術に対して1/10に低減することを目標とする。

従来の携帯電話の技術では、LTEやWi-Fiのように複数のネットワークが利用できる場合に、端末はあらかじめ指定された順序に従うか、あるいは電波の強いネットワークに接続する動作を行う。そのため、東日本大震災のようにネットワークの輻輳が発生している場合、電波の強いネットワークに接続を試み、通信が困難な状態に陥ってしまうことがあった。「重層的通信ネットワーク」では、災害時に複数の地域ネットワークを連携させ、それぞれの地域ネットワークの混み具合を端末(中継装置)が受け取る。これにより、端末が受信している電波の強弱に加え、直近のネットワークの混雑状況までを考慮し、繋がるネットワークに接続することが可能となった。通信品質劣化率は従来技術に対して1/10の低減を検証した。

さらに、災害時には車両ネットワークなど臨時に新たなネットワークが設置されることがあるが、今の携帯電話では新たなネットワークに自動的に切り替わらない問題点があった。本研究開発により、ネットワークの混雑状況に応じて、臨時の無線ネットワークを利用した方が良い場合に、端末に臨時のネットワークの情報を知らせることで、被災者は接続設定やその存在を意識することなくそのネットワークの利用ができるようになった。

ア-2) 近傍地域ネットワークノードの電波を用いたエントランス回線復旧技術の研究開発

課題ア-2)では、地域WiMAXや地域Wi-Fiなどの地域ネットワークノードのエントランス回線が被災した際に、被災を免れた近傍地域ネットワークと無線LANリレーを用いることにより、早期に復旧するエントランス回線復旧技術を確立する。具体的な到達目標は、以下の通りである。

- 無線リレーネットワークでの多段接続技術：

無線リレーネットワークにより、被災を免れた地域ネットワークノードから、多段接続により5km

以上離れた被災地域ネットワークノードのエントランス回線を復旧させる。

- 近傍でかつ異種の基地局の電波を用いた接続技術の確立：

二つ以上の地域ネットワークと二つ以上の無線方式を混在させた、エントランス回線の復旧技術の確立。

無線リレーネットワークでの多段接続技術については、4.9GHz 帯で運用される無線 LAN 装置を用いて、栃木県小山市、および宮城県仙台市において、長距離（最大 1.75km）の対向伝送試験、並びに無線多段接続のフィールド実験を実施した。その結果、最大 10 ホップまでの無線多段中継接続により、5 km 以上離れた WiMAX 基地局のエントランス回線として十分な伝送速度と遅延特性を達成可能であることを検証した。

近傍でかつ異種の基地局の電波を用いた接続技術については、地域ネットワークの有効な手段である地域 WiMAX 基地局、地域 Wi-Fi アクセスポイントのエントランス回線を、近傍の地域 WiMAX 基地局と無線 LAN リレーネットワークを用いて復旧する技術を開発した。本技術については、実内実験環境での検証のみならず、宮城県仙台市内でのフィールド実証実験を行った。その結果、地域 WiMAX と無線 LAN リレーを組み合わせることにより、約 5km 離れた東北大学青葉山、片平両キャンパス間で、地域 WiMAX エントランス回線の迂回経路の構築し、被災により孤立した地域ネットワークノードを復旧可能であることを明らかにした。

アー 3) 車両を地域ネットワークノードとする災害時ネットワークの研究開発

ネットワークインフラが損壊等した際でも、2km 四方内のエリアに存在する避難所、病院、自治体等との通信手段を 30 分以内に確保できるようにすることを目的とした、可搬型地域ネットワークノードの開発・実証。

平時に ITS として利用できる無線方式として、現在実用化および検討が進んでいる 700MHz ITS、5.8GHz 国内 DSRC、5.8GHz 帯 OFDM 方式（海外 DSRC 方式を参考としたもの）の 3 つを車両通信方式として採用した。現状の車両通信方式には、地域ネットワークノードとして通信路を構築するためのネットワークプロトコルが存在しないため、MANET（Mobile Ad-hoc NETWORKS）の OLSR 方式をベースとした車両ネットワーク方式を検討し、3 種類の車両通信方式と組み合わせることにより、2km エリア内の拠点間を結ぶ通信路構築方式を開発した。また通信路構築を短時間で達成するために、隣接ノード間における車両通信方式の適応選択機能を追加して、制御パケット発生を抑制するようにネットワークプロトコルを改良し、コンピュータシミュレーションを中心にその方式の有効性を確認した。

さらに、3 種類の車両通信方式を収容して各無線方式間のゲートウェイ機能を追加した可搬型路側機と車載器を開発した。ユーザーの通信端末としては、Wi-Fi 接続によるスマートフォンを想定したため、可搬型路側機と車載器には Wi-Fi 通信機能も搭載した。実車実験は、神奈川県横須賀市 YRP 地区と東北大学青葉山キャンパスにて通信エリアなどの通信基本性能を検証し、2km エリア内のポイント間にて車両アドホックネットワークが構築できることを確認した。また東北大学青葉山キャンパスを災害現場に見立てて、実際に車両を道路上に配置した環境において、約 10 分程度にて拠点間の通信路を確保可能であることをスマートフォンによる通信にて実証した。

アー 4) 災害に強い地域ネットワークノードの高信頼化のための基盤技術の研究開発

災害時には、数多くの地域ネットワークノードが動作不能に陥り、通信不能となるエリアが多数発生する恐れがある。災害時には被災状況の報告と避難救助指示などが人命にかかわる緊急連絡ができなくなり、極めて重要な初期の災害復旧活動の深刻な遅延を引き起こす。重層的通信ネットワークでは、このような状況下でも通信を確保するため、地域 Wi-Fi、WiMAX を利用した通信、さらには衛星を利用した通信など多様な無線通信ネットワークを利用する。このため、広い周波数帯で動作可能な広帯域アンテナが必要不可欠である。また、地域ネットワークノードのいくつかが動作不能に陥っても通信不能なエリアが発生しないような通信技術の開発も極めて重要である。また、災害時には身近なネットワークノードまでしか接続できない場合が発生する。そこで、地域ネットワークノードに一時的に災害時の緊急情報を収集・保存することも必要になってくる。本研究開発課題では、これらを実現するための地域ネットワークノード高信頼化に関する基盤技術の研究開発を行う。

「重層的通信ネットワーク」では、災害時に公衆通信ネットワークが損壊による通信不能や深刻な輻輳状態に陥ったときに、地域ネットワークが連携して迅速に迂回通信路を構成することで通信機能の早期復旧を可能とすることを目指している。しかし、「重層的通信ネットワーク」構成する地域ネットワーク自体が災害に強くなければ災害時に迂回通信路を構成することは不可能である。そこで、課題ア-4) では、地域ネットワークノードを高信頼化し災害に強くするための基盤技術を確立した。

具体的には、消費電力可変なマルチモーダルなデータ受信、軽量暗号による省電力データ保護、オンボードカメラによるロバストなデータ取得、および SSID 収集による安否確認機能を実装したプロトタイプを開発した（ア-4-1 ノード内での高効率なデータ処理・保護技術の研究開発）。また、アンテナにバラクタダイオードなどの半導体デバイスを装荷し、デバイスにかけるバイアス電圧を制御することにより、複数の周波数帯においてアンテナの反射係数が低く、指向性が可変可能なアンテナを開発した（ア-4-2 広帯域アンテナ技術）。さらに、端末周辺の任意の数の地域ネットワークノードを連携させることで通信エリアサイズを極めてフレキシブルに変更できる地域ネットワークノード連携ダイバーシチ技術を開発した（ア-4-3 連携ダイバーシチ技術の研究開発）。

これにより、地域ネットワーク自身の高信頼化が可能となり、「重層的通信ネットワーク」全体を災害に強くするために重要な技術基盤を確立した。

ア-4-1) ノード内での高効率なデータ処理・保護技術の研究開発

災害時の電力供給量が乏しい状況においても長時間動作を維持することが必要である。そこで、従来のネットワークノードと比べて同程度の消費エネルギーで 2 倍の演算性能を実現する。また、従来技術に対して 30%以上低消費電力な情報保護技術を確立する。

CPU と GPU (Graphics Processing Unit) を統合した APU(Accelerated Processing Unit)をネットワークノードの演算コアとして採用するとともに、そのデータ処理における効率的なタスクアロケーション手法を開発することにより、従来のネットワークノードと比べて同程度の消費エネルギーで 2 倍の演算性能を実現した。また、次世代暗号として期待される KCipher-2 の小型実装技術を開発することにより、従来技術に対して 30%以上低消費電力な情報保護技術を開発した。さらに、上記到達目標に加えて、災害時における頑健なデータ入力方法を提案し、その有効性を実験により実証した。

以上の成果により、災害時の電力供給量が乏しい状況においても長時間動作を維持するネットワークノードを構築する上での基盤となる技術を確立した。

ア-4-2) 広帯域アンテナ技術の研究開発

地上デジタル放送波などの空き周波数（ホワイトスペース）や地域 Wi-Fi、WiMAX を利用した通信を可能とするためには広帯域アンテナが必要となる。複数の周波数帯（UHF 帯、2.4GHz 帯、2.5GHz 帯、5GHz 帯等）に適用可能で、指向性を変化可能な小型広帯域アンテナ技術（10cm 程度）を開発する。

本研究では、バラクタダイオード付き線状モノポールの構造を持つアンテナを提案し、ダイオードに加えるバイアス電圧を変化することにより、アンテナの多帯域性と指向性の可変を実現した。電磁界の数値シミュレーションにより、多帯域と指向性可変を制御するためのバラクタダイオードの等価静電容量を求め、動作周波数、指向性と静電容量との関係を定量的に明らかにし、アンテナの設計手法を確立した。電磁界の数値シミュレーションと実験により試作したアンテナが 10cm 以下の平面構造で、UHF の帯域である 660MHz、2.4GHz、2.5GHz、5GHz を含む複数の周波数帯において動作することを確認した。

ア-4-3) 連携ダイバーシチ技術の研究開発

連携するネットワークノード数に制限がなく、通信エリアサイズを極めてフレキシブルに変更できるネットワークの構築が可能で、端末近傍のネットワークノードの一つが動作不能に陥った場合に複数のネットワークノードが連携することにより連携しないときの 2 倍以上の伝送品質（スループット）を達成可能な連携ダイバーシチの基盤技術を開発する。

ネットワークノードのいくつかが通信不能に陥った状況でも、通信不能に陥ったノード周辺の任意の数のノードが被災エリアの広さに応じて極めて柔軟にシングル周波数ネットワークを形成して通信品質を大幅に向上させることができる連携ダイバーシチ技術を開発した。通信不能に陥ったノード周辺の 4 つのノードが連携する場合、技術目標を大幅に上回る約 8 倍のスループットを達成できることを確認した。

これにより、災害で通信不能に陥ったネットワークノード周辺のエリアでも安否確認や災害救助などの緊急通信を可能とする災害に強い地域ネットワークを実現する技術基盤を確立した。

3. 2 課題イ) ネットワークの最適ルーティング技術の研究開発

災害時など、十分な供給電力が得られない場合等において、当該ネットワークが電力状況に合わせた最適なルーティングを行うための技術を開発する。具体的には商用電源からの電力供給が停止した際にも可能な限り長くネットワークの機能を維持・運用するため、周辺地域ネットワークノードのバッテリー残量や電源状況等に基づく最適ルーティング技術等のネットワーク制御技術を開発する。携帯電話網や地域 WiFi ネットワークにおいて停電が発生した場合でも、風力や太陽光発電などによって得られる僅かの電力を有効活用し、各無線設備やネットワーク設備を電源状況に基づいて効果的に運用する技術、災害時に限りあるネットワークリソースを有効利用するため、ネットワークリソースの実効利用率を向上させることができるプロトコル最適化技術、さらには、災害時に運用される DTN において、被災者に対して位置に依存した情報を提供するためのノードの位置情報を提供する技術を開発する。

「重層的通信ネットワーク」は、災害時に公衆通信ネットワークが損壊による通信不能や深刻な輻輳状態に陥ったときに、地域ネットワークが連携して迅速に迂回通信路を構成することで通信機能の早期復旧を可能とする。しかし、災害時には、地域ネットワークの無線設備などに十分な供給電力が得られない場合があり、さらに地域ネットワーク内のトラヒックが急増し輻輳が発生する恐れがある。また、災害時には臨時の無線メッシュネットワークを被災地などに緊急に構築し、通信機能を復旧させることが必要にな

る。そこで、課題イ)では、このような状況下でも地域ネットワークが「重層的通信ネットワーク」の重要な一つのネットワークとして迅速に迂回通信路を構成できるように、ネットワークの最適ルーティング技術を開発した。

具体的には、蓄電器の残量や予想発電量、ネットワーク機器の予想稼働時間などを正確に把握しつつ、センターや近隣の無線基地局に対してそれら詳細な電源情報を送信し、地域ネットワークを制御可能とする技術を確立した(イ-1 電源状況に基づいたネットワークの最適制御技術)。また、災害時に限りがあるネットワークリソースの有効利用を実現するため、トラヒックを最適分散する負荷分散アルゴリズムにより、電力残量、移動情報、周囲の状況などから適切なネットワーク形成プロトコルを選択する携帯端末間連携制御技術を開発した(イ-2 プロトコル最適化要素技術)。さらに、位置情報を用いたルーティングを可能とするように、メッシュネットワーク内の異常ノード(故障や妨害、設定ミスなどによって誤った情報を返すノード)を検出して除去することで、数十から数百のノードに対応できる位置情報推定手法を開発した(イ-3 ネットワークノード位置情報推定技術)。

これらにより、災害時の電源状況、トラフィック状況や臨時に設置したネットワークノードの位置情報に基づいて、効率的に経路を構築できるようになった。

イ-1) 電源状況に基づいたネットワークの最適制御技術の研究開発

ネットワーク機器を3日以上稼働させることができ、且つ、送電が復旧する見通しが全く立たない場合においても、太陽光や風力などによる発電により、1日のうちの2時間以上ネットワーク機器を稼働させることのできる電源システムを搭載した地域ネットワークノードにおいて、蓄電器の残量や予想発電量、ネットワーク機器の予想稼働時間などを正確に把握し、センターや近隣の無線基地局に対してそれら詳細な電源情報を送信し、ネットワークを制御可能とする技術を確立する。

災害時など、十分な電源が確保できない場合等を想定し、各ノードの電源状況に基づいてネットワークを制御する方式について検討した。具体的には、商用電源からの電力供給が停止した場合でも、太陽光や風力発電などによって発電した電力を蓄電し、バッテリーの残量、発電電力、負荷の消費電力などの電源の状態を、ネットワークを介して遠隔からモニターしたり制御したりすることのできる知的電源を試作し、電源状況に基づいて無線基地局やアクセスポイントの送信電力や、アドホックネットワークにおけるルーティング経路を制御する方式を提案し、限られた電力においても情報伝送のスループットを高められることをシミュレーションによって確認した。これにより、電源状況に基づいてネットワークの制御を行う技術を確立した。

イ-2) プロトコル最適化要素技術の研究開発

ネットワークリソースの増強が難しい状況において転送可能なデータ量や収容可能なユーザ数を最大化するためには、ネットワークリソースの実効利用効率を向上させる必要がある。そのため、災害時に限りがあるネットワークリソースの有効利用を実現するため、ネットワークリソースの実効利用率を従来の30%以上向上させることができるプロトコル最適化に必要な要素技術を確立する。

災害時に限りがあるネットワークリソースの有効利用を実現するためのプロトコル最適化に必要な要素技術に関する研究開発を行った。ネットワーク全体としての最適化を考える上で、特に地域ネットワークを形成する無線メッシュネットワークにおける負荷分散、ならびに端末間連携制御技術に着目した。地域ネットワーク内のユーザやトラヒックの負荷を動的に分散する技術により、輻輳を軽減し、ネットワークリソースの実効利用率を30%以上向上させることが可能となった。また、端末リソースを活用してメッ

セージをリレーする技術により地域ネットワークのエリア外からのデータ送信が可能となった。これによりカバレッジを擬似的に拡大させ収容ユーザ数を増加させることができる可能性を示した。

以上により、通信可能範囲の縮小や通信性能の低下が懸念される災害時において、地域ネットワークを利用できるユーザ数、ならびにユーザが送信可能なデータ量を増加させることができるようになった。

イー 3) ネットワークノード位置情報推定技術の研究開発

災害時、被災者に対して位置に依存した情報を提供するためには、ノードの位置推定技術が不可欠である。数十から数百のノードを想定すれば、実用的な広さのエリアを実現できる。また、被災によるノードの部分的な故障や人為的な問題による異常ノードの発生が想定されるため、異常ノードへの耐性が必要である。そのため、数十から数百のノードに対応できる手法を開発する。誤った情報を返す異常ノードが 10%程度存在しても従来法と同程度の誤差で推定することを目指す。

階層型 ビバルディ (Vivaldi) を応用することで、異常ノードを検出・除去し位置推定を行うことが可能な手法を開発し、シミュレーション実験によって数百ノード規模まで対応できることを確認した。また、アンカーノードのうち 10%程度が異常であっても、許容出来る誤差（従来法と同程度の誤差）で位置の推定を行えることを確認した。本技術により、被災者に対して位置に依存した情報を提供するなど、本研究において構築されるアドホックネットワークをより有効に活用することが可能となった。

3. 3 課題ウ) ネットワークの負荷軽減や安全確保に資する高能率通信方式の研究開発

災害時を想定し、劣悪な通信環境下においても必要な情報（音声、画像等）をより確実に伝達可能とするため、低レートの音声・静止画像伝送技術を始めとするネットワークの負荷軽減に資する技術を開発する。具体的には、劣悪な通信環境下でパケットロス率が極端に高い場合においても、音声通信の品質を安定して保つ符号化方式を利用した音声通信技術や静止画像伝送技術の開発を行う。さらに、パケットロス率が極端に高い状況でも、災害時に効率よく情報共有が可能な一斉同報等のグループ内通信・通話の実現に必要なシステムの開発を行う。

「重層的通信ネットワーク」は、災害時に公衆通信ネットワークが損壊による通信不能や深刻な輻輳状態に陥ったときに、地域ネットワークが連携して迅速に迂回通信路を構成することで通信機能の早期復旧を可能とする。しかし、緊急に構成した迂回通信路は安定とは限らない。また、十分な帯域を確保できるという保証もない。災害時の安否確認や災害救助などでは音声通信や画像通信が重要になる。そこで、課題ウ) では、災害時に「重層的通信ネットワーク」で構成した迂回通信路が不安定で十分な帯域が確保できない状況下でも、利用に耐える音声通信や画像通信を可能とする高能率通信方式を開発した。

具体的には、8kbps 程度の VoIP 通信において、緊急災害時など、パケットロス率が 50%程度の場合においても利用可能な品質を安定して保つ音声通信技術を開発した (ウ-1 高パケットロス環境下での頑健な IP 音声通信技術)。また、ワンセグ動画の 1/2 のレートの 64kbps で人間にとって重要な文字領域を高精細に伝送する技術を開発した (ウ-2 低レート画像通信技術)。さらに、ペインティングおよび動きベクトルの推定法を適用することでブロック状の誤りを十分に抑制し、人間の視認にとって違和感の少ない画像・映像に修復する技術を開発した (ウ-3 データの欠損がある画像等の修復技術)。

これにより、災害時においても「重層的通信ネットワーク」を通じてスマートフォン等に地域情報や防災情報を提供できるようになった。

ウー 1) 高パケットロス環境下での頑健な IP 音声通信技術の開発

災害時には通信状況が極端に不安定になることが考えられ、その影響はパケットロス率として現れる。どんな状況でも通じる音声通話を実現するためには、極端にパケットロス率が大きい場合の音声通信方式を開発することが不可欠である。そのため 8kbps 程度の VoIP 通信において、緊急災害時など、パケットロス率が 50%程度の場合においても利用可能な品質 (MOS 値 3.0 程度)を安定して保つ音声通信を実現する。本研究開発により、不安定で劣悪な通信環境下での音声通話が可能になり、大災害時における連絡・安否確認等が容易になる。

音声パケットに対して冗長な情報を付加することによって、パケットロス時の音声品質を向上させる手法を開発した。対象となるコーデックは VoIP 通信で標準的に利用されている ITU-T G.729 (ビットレート 8kbit/s) である。G.729 のパケットは、大きく分けて LSP、PITCH、CODE、GAIN の 4 種類の情報からなる。そこで提案手法では、これら 4 つの情報のうち、重要度の高い情報だけを冗長に送信し、あるパケットが欠落した場合には別に送信されている冗長情報によって欠落パケットを復元する。このとき、それぞれの情報の重要度を過去の情報から動的に推定する手法を確立した。

提案手法の評価を行った。評価には ITU-T P.50 Real speech の中から AMERICAN ENGLISH と JAPANESE のセットを使用した。それぞれ、男女 8 つの音声から構成されている。情報の重要度の推定手法としては、SVM を用いる方法とニューラルネットを用いる方法の 2 つを比較した。いずれも学習データをもとに識別モデルを学習によって作成する方法であり、各パケットで上記 4 情報のうち 1 つが欠けた場合の音声品質の劣化指標の値を教師信号とした。品質劣化の測定には、標準的な計測法である MOS LQO を利用した。この評価値は、人間が主観的に音質を評価したときの MOS 値と比較可能な値である。評価の結果、ニューラルネットを用いた場合には、パケットロス率 50%、ランダム欠落、ビットレート 15kbit/s の場合に MOS 値が 3.0 となり、目標となる音声品質を達成できることが確かめられた。

これにより、大災害時に緊急に設置した不安定なネットワーク上であっても比較的安定した音声通話が可能となり、非常時における連絡が容易になった。

ウー 2) 低レート画像通信技術の研究開発

H.264 は現在でも高圧縮の符号化法として用いられているが、利用可能な帯域が 5 割程度に減少した場合でも同程度の情報を送信することを想定している。そのため、64kbps (ワンセグ動画の 1/2 のレート) で人間にとって必要な情報が判別できることを目指す。

画像中の文字を人にとって重要な情報とし、情景画像中から文字情報を検出し、文字情報とその他の画像 (背景画像) を分けて異なる伝送路で送信し、受信側で合成することで、文字情報を失わない効率的な画像の伝送を実現する方法を提案した。帯域が 64kbps に制限された場合でも文字情報の失われていない画像を送ることが可能であることを確認した。本技術により、従来は困難であった、被災によりネットワーク帯域が極端に制限された状況でも人間にとって必要な映像情報を得ることが可能になった。

ウー 3) データの欠損がある画像・映像の修復技術の研究開発

画像情報は災害情報の発信・受信や個人の安否確認のために不可欠であることから、極めて劣悪な環境下においても携帯端末等において少なくともワンセグ程度の品質の画像・映像通信を確保することが必須である。そのため、高圧縮伝送においてデータ欠損に起因する画像・映像の強度の劣化に対して信号処理手法を適用することで、15 フレーム/秒のリアルタイム性を有し、劣化した画像・映像に対して

6dB程度の性能向上を可能とする画像・映像の修復技術を確立する。

現在の画像符号化法はほとんどすべて圧縮符号化法であり、圧縮のためにブロック符号化と動き補償の双方が用いられている。この方法では、フレームをIピクチャとPピクチャに分けて処理を行っているため、それぞれのピクチャに対してのデータの欠損が発生した場合の画像・映像の修復技術の開発成果を以下に述べる。

(1) Iピクチャの復号に必要なブロック状の輝度情報が損失した場合

Image Inpaintingの手法による損失領域の修復手法を開発した。輝度変化が緩やかな領域に存在する損失領域の修復に対しては効果的である。標準画像を利用して、Iピクチャにおいてデータ欠損ブロックの平均2乗誤差が6～10dB程度減少することをシミュレーションにより確認した。一方、輝度変化が激しい領域やエッジ領域に存在する損失領域の修復に対しては比較的精度が低下する。これらの領域に対しては、時間方向における修復などの対策が必要である。

(2) Pピクチャの復号に必要な動きベクトルが損失した場合

損失した動きベクトルを、(0, 0)での補間、1次関数および3次関数での近似補間、高い出現頻度の動きベクトルでの補間によって補間する手法を開発し、その修復性能評価を行った。この方法では、1次関数や3次関数での近似補間のような、損失した動きベクトルを空間方向において近傍の輝度から補間する場合、補間に用いられる不連続な動きベクトルの影響を軽減する必要がある。また、損失した動きベクトルを(0, 0)で補間する場合、フレーム毎に動きベクトルの出現頻度を調べ、出現頻度の最も高い動きベクトルで補間する方が精度は高い。

以上の結果から、災害時における極めて劣悪かつ不安定な通信環境下において携帯端末やパーソナルコンピュータ間で行われる画像・映像通信のデータ欠損に起因する強度の劣化除去のために信号処理手法を適用することで、一般ユーザが画像・映像から情報を取得し、長時間見ても疲労しない画像・映像の修復技術の基礎を確立した。

3. 4 課題エ) 重層的通信ネットワーク全体の災害時有効性の検証

災害時には、市町村役場などの行政による救援支援や救助隊への指示連絡や、会社など事業所からの社員への緊急避難通知や緊急連絡に音声グループ通信やグループ毎の一斉同報通信などが極めて有効である。また、災害緊急時には、ネットワーク側から必要な人と端末を特定して、必要な情報を強制的(push型)に通知する通信プラットフォームが必要である。課題ア) からウ)の技術および研究開発する機器を活用し、災害時を想定して以下の項目について重層的ネットワークの災害時の有効性を検証する。

「重層的通信ネットワーク」は、災害時に公衆通信ネットワークが損壊による通信不能や深刻な輻輳状態に陥ったときに、地域ネットワークが連携して迅速に迂回通信路を構成することで通信機能の早期復旧を可能とするものであるが、災害時の安否確認や災害救助などに役立つことを実証することが重要である。そこで、課題エ)では、災害時に有効なリアルタイム音声グループ通信と一斉同報通信を実現し、かつセキュアな通信を確保するため高度な暗号付与を可能とする高機能サーバーの開発(エ-1 災害時のセキュアな通信技術の開発検証)、さらに、ある特定の人に必要な災害情報、救難情報を強制的(プッシュ型)に伝達することを可能とするプラットフォームとアプリケーションの開発(エ-2 送付先特定災害情報強制送信プラットフォーム技術の開発検証)により、重層的通信ネットワークが災害時の安否確認や災害救助などに極めて有効であることを実証した。

エー 1) 災害時のセキュアな通信技術の開発検証

「重層的通信ネットワーク」のシステム実証のため、一般利用者が用いる市販のスマートフォンを用いて、災害時に有効なリアルタイム音声グループ通信と同報通信を実現し、かつセキュアな通信を確保するため高度な暗号付与を可能とする高機能サーバーを開発する。

「重層的通信ネットワーク」のシステム実証のため、一般利用者が用いる市販のスマートフォンを用いて、端末認証、グループ認証および通信中の暗号鍵変更による強固なセキュア通信によりリアルタイム音声グループ通信と一斉同報通信を実現し、10名を1グループとして10グループのグループ通信が可能であることを重層的通信ネットワーク上で動作することを確認し、災害時における有効性を実証した。

現状では、同報通信やグループ通信は消防無線などプロフェッショナルな専用通信システムでのみ可能であり、一般住民や会社等は防災無線などにより災害情報を一方的に受信するのみで、災害救助救命活動に大きな支障がある。

本成果により、一般住民が日常用いる携帯電話などの端末で、自治体の災害対応部署のスタッフや会社、団体等がグループ通信や一斉同報通信が可能となり、独自の救命活動や安否確認など災害救命救助活動に大きな効果を発揮することが実証できた。

エー 2) 送付先特定災害情報強制送信プラットフォーム技術の開発検証

災害時に身障者や持病を持つ人など、個人を特定して、その人に必要な災害情報、救難情報をその人が取りに行く（pull型）のではなく、その人へ強制的（push型）に伝達することを可能とするプラットフォームとアプリケーションを開発し、被災者に対して個人を特定して、かつ個人情報確保のための個人認証機能により本人を特定した救命情報等を、強制送信することができることを実証した。

実証では、災害時に持病を有する住民が指定病院からの緊急連絡を、重層的通信ネットワークを経由して本人認証による強制受信により救命される想定シナリオにより、その有効性を示した。

本成果により、一般住民が日常用いる携帯端末で、自治体の災害対応部署のスタッフや会社、団体等による救命活動や安否確認など災害救命救助活動に大きな効果を発揮することが実証できた。

この成果により、被災者が災害情報を得ることが極めて困難な現状を大きく改善することが可能なことを実証し、災害時に被災者が情報孤立することによる社会不安を改善することに大きく寄与する可能性を示した。

3. 5 研究開発成果の社会展開のための活動実績

3. 5. 1 研究開発運営委員会等の体制構築

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頂くため、外部の学識経験者、有識者、行政関係者等で構成する研究開発運営委員会等を3回開催し、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いただいた助言をもとに研究開発を進めた。これにより、KDDI 研究所、KDDI および沖電気工業との連携体制は実施計画通りに機能し、効率的に研究開発を遂行でき、当初の目標を達成できた。

また、運営委員会の進言により、技術動向分科会を設置し、国内外の研究開発動向、関連技術および標準化動向を見据えながら、災害に強い通信ネットワークを実現するための基盤技術、ネットワーク構成技術および通信サービスの研究開発を進めた。

さらに、本研究開発では役割分担及び共同で達成すべき目標をはっきりとさせて進めた。各機関の進捗状況を把握するため、ほぼ毎月進捗状況確認会議を開催した。

3. 5. 2 国際標準化等への取組

本研究開発成果に基づく国際標準化や国際展開に向けて、重層的通信ネットワーク全体にかかわる成果を国際標準化会合に提出した。

① GSC TF-EC (Global Standards Collaboration /Task Force on Emergency Communications)

- ・2012年6月26日(電話会議)に開催された第1回会合においてTF-ECが作成中のTask Force報告書に本プロジェクトの概要(R&D Project of Multilayered Communications Network-For disaster-resilient communications-)を入力した(技術動向分科会委員)。
- ・2012年9月25日に開催されたGSC TF-EC第4回会合(電話会議)において、2012年10月26日台北で開催された国際会議WPMC-2012にて発表された論文をベースに本プロジェクトの概要のアップデートと内容の補強を行った(技術動向分科会委員)。
- ・TF-ECで作成された報告書案は、2013年5月13日～16日に韓国・済州島で開催されたGSC-17会合に提案採択され、本TF-ECは引き続き活動を継続することが承認された。
- ・上記報告書に「F. Adachi et al.: “R&D Project of Multilayered Communications Network -For disaster-resilient communications-”, The 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications, Taipei, Taiwan, September 2012」が引用文献として収録された。また、日本での災害関連研究開発として「5.1.3.3 Japan R&D Project in Japan related to emergency communications」として本研究開発プロジェクトが記載されている。

- #### ② 重層的通信ネットワークにおいて、被災者へ災害情報・安否情報を効果的に通知し、災害救助活動の支援と災害復興を目指した重層的通信ネットワークシステムに関する標準化提案を、2013年2月5～8日に開催されたITU-T会合 Focus Group on Disaster Relief Systems、Network Resilience and Recoveryに提出し、発表を行った。

3. 5. 3 独立行政法人情報通信研究機構(NICT)との連携

NICTが東北大学に設置したメッシュネットワークとの接続実験およびセキュアなグループ通信・同報通信検証をNICTと連携して行った。また、2013年3月25～26日に開催された「耐災害ICT研究シンポジウム及びデモンストレーション」において、NICTと連携して重層的通信ネットワーク全体の公開デモンストレーションを行った。

3. 5. 4 研究開発成果の情報発信

(1) 国内大会、研究会、国際会議

多数の研究発表を行い、成果の普及啓発活動を実施した。(ワイヤレス・テクノロジー・パーク2012(WTP2012)(横浜、2012年7月5～6日)、電子情報通信学会ソサイエティ大会(富山、2012年9月11～14日)、日本音響学会秋季研究発表会(長野、2012年9月19～21日)、The 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications(WPMC2012)(台北、2012年9月24～27日)、The 4th APSIPA Annual Summit and Conference(APSIPA ASC 2012)(ハリウッド、2012年12月3～6日)、耐災害多重通信ネットワークに関する台日研究開発ワークショップ(台北、2013年1月28日)、画像の認識・理解シンポジウム(福岡、2012年8月6～8日)、電気関係学

会東北支部連合大会（由利本荘、2012年8月30～31日）、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会（堺、2013年2月21～22日）、電子情報通信学会総合大会（岐阜、2013年3月19～22日）、IEEE Int. Conf. on Network Infrastructure and Digital Content（北京、2012年9月23日）、第27回信号処理シンポジウム（石垣市、2012年11月28～30日）、日本音響学会春季研究発表会（八王子、2013年3月13～15日）、情報処理学会第75回全国大会（仙台、2013年3月6～8日）。

（2）公開デモンストレーション

「耐災害 ICT 研究シンポジウム及びデモンストレーション」（3月25～26日、東北大学青葉山キャンパス）にて、スマートフォンなどの通信端末の電波の受信状況のみならず、アクセス網内の混雑度を考慮し、ユーザが存在を知らない臨時のネットワークも含め、ユーザが意識することなく自動的につながるネットワークに接続する装置の展示および公開デモンストレーションを実施した。

（3）国際連携のためのワークショップ

国際連携を図ることを目的として、成果展開のための「耐災害多重通信ネットワークに関する台日研究開発ワークショップ（台湾、2013年1月28日）」を開催した。台湾の関連企業、大学、研究機関など約400名が参加した。本ワークショップにおいて台湾企業との実用化展開連携を提案した。なお、台湾 ITRI が「耐災害 ICT 研究シンポジウム及びデモンストレーション」（3月25～26日、東北大学青葉山キャンパス）に参加し、今後の技術交流の活発化に向けた議論を行った。現在、ITRI と今後の展開方策について検討中である。

（4）自治体などを対象とした普及活動

災害時の車両通信ネットワークシステムとしての取り組みを行った（課題アー3）。具体的には、OKI プレミアムフェア 2012（11/15～16）において自治体、道路管理者をターゲットとした紹介と EE 東北 '13（2013年6月5～6日）に国交省主催の復興に関わる技術紹介の場に研究開発成果を展示することになっている。

3. 5. 5 実証実験

東北大学青葉山キャンパスと片平キャンパスの間を、仙台市内の拠点（仙台城址、西公園）で無線多段中継によって接続し、被災した地域 WiMAX 基地局のエントランス回線を迂回、復旧するフィールド実験を2013年2月に実施した（課題アー2）。

車両ネットワーク構築に関する性能検証実験を、青葉山キャンパス内の駐車場および道路において、車両8台を使用して2013年3月に実施した（課題アー3）。

端末間連携制御技術に関するフィールド実験を、仙台市内において2013年2月15日に公開で実施した。なお、実験の前後に報道発表を行い、研究開発成果の社会展開に努めた（課題イー2）。

3. 5. 6 フォーラム活動

車両通信のシステム構成、装置構成、ネットワークプロトコルなどを、ITS 情報通信システム推進会議へ紹介を実施。次世代車車間／路車間通信の技術検討項目にインプット完了した（課題アー3）。

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

- ・(課題ア-3) ITS の国際標準化活動 (Collaboration on ITS Communication Standard) に 2013 年度以降も本技術の有効性を展開していく。
- ・(課題イ-1) 今後、企業との開発連携を実現した上で、国際標準化にも取り組みたい
- ・(課題イ-2) 末端連携制御技術について、ITU-T Focus Group on Disaster Relief Systems、Network Resilience and Recovery の会合 (タイ、平成 25 年 5 月) において発表を行い、国際標準化の可能性について探った。

4. 2 実用化

- ・(課題ア-1) ネットワーク監視技術の実用化する予定である。
- ・(課題ア-2) 地域ネットワークノードの高信頼化技術のうち、近傍地域ネットワークノードを用いたエントランス回線復旧技術については、平成 25 年度より、地域完結型の地域 WiMAX ネットワークと無線 LAN リレーシステムとして実用化し、地方自治体や地域通信事業者向けの ICT ソリューションとして普及活動を促進する。
- ・(課題ア-3) ITS システムの一部として、国交省、道路管理者をメインターゲットとして検討を進める。また自治体の耐災害対応に有効な機器として導入展開を進める。これらの活動を平成 25~27 年度に実施して、その実用化の目処付けを進める。
- ・(課題ア-4-1) 地域企業とともに開発したデータ処理技術の実用化に向けた協議を H25 年度前半より開始する予定である。
- ・(課題イ-1) 今後、企業との開発連携を実現した上で、知的電源システムを 5 年を目処に実用化したいと考えている。
- ・(課題イ-2) 端末間連携制御技術に関連する研究開発を行っている企業との連携の可能性を模索する予定である。
- ・(課題エ) 本課題の成果展開については、仙台市 ICT 街づくりでの活用を目指し、仙台市経済局と連携し新たな予算獲得に向けて活動している。また、仙台市以外の他自治体との連携を目指し、技術紹介・提案を進めている。国際的には、台湾 ITRI との合同セミナー実施を足掛かりとして海外展開を推進する。また、今後の実用化に当たって、本課題の装置を納入したインターネットを用いた情報サービスを提供している事業者と連携し、各分野の事業者、自治体、および各種団体へ売り込みを実施している。

4. 3 製品化

- ・(課題ア-3) 次世代の ITS 路側機を目指して、マルチプロトコル GW 路側機の社内開発を H24 年度より進めているが、この装置に本成果を搭載する開発を進める。製品化は国内標準化活動とあわせて、平成 27 年度を目標に進めている。
- ・(課題イ-1) 知的電源システムを実用化した上で製品化も検討する。

4. 4 フォーラム活動

- ・(課題ア-1) 研究開発の取り組みと成果を、平成年 5 月 29~31 日に開催されるワイヤレス・テクノロジー・パーク 2013 にて発表する予定である。
- ・(課題ア-3) 平成 25 年度の ITS 情報通信システム推進会議において、新たな運転支援通信システムのサービスの一つとして検討を進めていく。最終的にはガイドラインへ仕様を盛り込むことを目標として進める。

4. 5 社会導入

- ・(課題ア-1) 災害時における迂回路となる重層的通信ネットワークの利用のため、地域 WiMAX ネットワークの普及のための活動を、継続的に実施する予定である。
- ・(課題ア-3) 平時の ITS 利用の通信機器として、国内導入は電波制度改正を含め平成 27 年度以降の実用化に取り組む。
- ・(課題イ-1) 標準化を実現した上で、社会導入も考えている。

4. 6 知財戦略構築

- ・(課題ア-3) 災害時の車両通信ネットワークプロトコル技術を中心に、標準化活動と並行して進める。
- ・(課題イ-1) 特許性があるものについては、近日中に出願準備を始める予定である。

4. 7 成果の普及活動

- ・(課題ア-3) 展示会において成果のPRを進める。2013年度の具体計画としては、ワイヤレステクノロジーパーク 2013 (5月29日～31日)、第20回 ITS 世界会議 東京 2013 (10月14日～18日)、EE 東北'13 (6月5日～6日) を検討している。
- ・(課題ウ-3) 研究開発成果を引き続き積極的に口頭発表するとともに、成果を体系化して学術論文として発表する。これらによって、災害時などの通信ネットワークの不安定化によるデータ欠損の発生の問題が周知され、本課題が画像・映像処理における重要な問題として理解される。また、最近の数年間で、スマートフォンとタブレット端末の普及は著しく、端末ディスプレイ上の画像・映像の膨大な量の通信が必要となっていることから、本研究開発で想定した通信環境とその問題点は、災害時のみならず、今後の平常時においてつねに現れるものと考えられるため、今後、後継研究を誘発することができる。
- ・(課題エ) ワイヤレスジャパン (東京ビッグサイト、平成 25 年 5 月 29～31 日) において、開発成果の展示とデモを実施し、関連事業者への売り込みを実施する。これにより、開発成果を採用する事業者を開拓し、早期の製品化と実用化に取り組む。

5 査読付き誌上発表リスト

課題全体

- [1] F. Adachi, K. Takeuchi, Y. Kishi, M. Hamaguchi, S. Ohmori, and R. Kajiwarara, "R&D project of Multilayered communications network", IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp.350 - 351 (2012年9月24-27日)

課題ア - 1

- [1] Shingo WATANABE, Kosuke YAMAZAKI, Toshihiko KOMINE, Tomoki SADA, Takashi FUJIMOTO, Akira YAMAGUCHI, Kanshiro KASHIKI, Kazunori TAKEUCHI, "Radio Network Selection Scheme Notified by the Each Network's Real-time Performance in the Multi-layered Communication Network", IEEE Xplore, Proc. The 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp. 169 - 171 (2012年9月24-27日)

課題ア - 2

- [1] 岸洋司、栗島紀夫、藤本靖彦、岩間浩、池野上好弘、内山博之、松田雅之、清水美怜、福島香津美、平田祐子、"Rapid recovery of base station backhaul by the neighbor regional wireless access network and its extension with the multi-hop wireless LAN relay", IEEE Xplore, Proc. The 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp. 221 - 224 (2012年9月24-27日)

課題ア - 3

- [1] Yutaka Kaneko, Takashi Ohyama, Kinya Asano, Masaharu Hamaguchi, "Multi-hop Communication and Multi-protocol/Gateway by Using Plural ITS", IEEE Xplore, Proc. The 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp. 217 - 220 (2012年9月24-27日)

課題ア - 4 - 1

- [1] Naofumi Homma and Takafumi Aoki, "Effective Data Processing and Protection Techniques for Community Network Nodes", IEEE Xplore, Proc. The 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp. 571 - 572 (2012年9月24-27日)

課題ア - 4 - 2

- [1] Kunio Sawaya, Qiang Chen, and Hiroto Abe, "Multiband Antenna for Disaster-resilient Wireless Networks", IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp. 491 - 492 (2012年9月24-27日)

課題ア - 4 - 3

- [1] S. Kumagai and F. Adachi, "Multi-AP cooperative diversity for disaster-resilient wireless LAN",

IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp.27 - 28 (2012年9月24-27日)

課題イ - 1

- [1] H. Yamada, T. Miura, and S. Chikui, "Controlling networks with an intelligent power system — Toward disaster-resilient networks", IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), p.29 (2012年9月24-27日)

課題イ - 2

- [1] Yuichi Kawamoto, Hiroki Nishiyama, and Nei Kato, "Protocol Optimization for Integrated Heterogeneous Networks in Disaster Areas", IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), p. 576, (2012年9月24-27日)
- [2] M Mostafa M. Fouda, Hiroki Nishiyama, and Nei Kato, "A Novel Heuristic-based Traffic Distribution Method for Disaster Zone Wireless Mesh Networks", IEEE Xplore, The 1st IEEE International Conference on Communications in China (Chinacom 2012), pp. 179-184, (2012年8月17日)
- [3] Kazuma Yoshida, Hiroki Nishiyama, Nei Kato, Naoko Yoshimura, Morio Toyoshima, and Naoto Kadowaki, "Traffic Distribution to Mitigate Downlink Congestion in Two-Layered Satellite Networks", IEEE Xplore, 2012 IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content, pp. 350-355, (2012年9月21-23日)
- [4] Asato Takahashi, Hiroki Nishiyama, and Nei Kato, "Fairness Issue in Message Delivery in Delay- and Disruption-Tolerant Networks for Disaster Areas", IEEE Xplore, International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC 2013), pp. 890-894, (2013年1月30日)
- [5] Jiajia Liu, Xiaohong Jiang, Hiroki Nishiyama, and Nei Kato, "Throughput Capacity of the Group-Based Two-Hop Relay Algorithm in MANETs", IEEE Xplore, IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM 2012), pp. 26-30, (2012年12月4日)
- [6] Jiajia Liu, Xiaohong Jiang, Hiroki Nishiyama, and Nei Kato, "Message Delivery Probability of Two-Hop Relay with Erasure Coding in MANETs", IEEE Xplore, The 7th International Conference on Communications and Networking in China (Chinacom 2012), pp. 144-149, (2012年8月8日)

課題イ - 3

- [1] Yoshihiro Sugaya, Masahito Okamoto, Yuta Nakano, and Shinichiro Omachi, "A Primary Study on Location Estimation System for Ad-hoc Networks with Considering Incorrect Nodes", IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp.577-578 (2012年9月24-27日)

課題ウ - 1

- [1] Takeshi Nagano and Akinori Ito, "A Packet Loss Recovery of G.729 Speech Under Severe Packet Loss Condition", IEEE Xplore, Proc. Asia-Pacific Information and Signal Processing Association

Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2012) pp.1-4 (2012 年 12 月 6 日)

- [2] Akinori Ito and Takeshi Nagano, “Packet Loss Concealment of VoIP Under Severe Loss Conditions”, IEEE Xplore, Proc. the 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp. 489-490 (2012 年 9 月 24-27 日)

課題ウー 2

- [1] Shinichiro Omachi, Shota Kaneko, Hiroko Tsuchida, and Yoshihiro Sugaya, “Compression of Scene Images by Region Segmentation and Text Detection”, IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), p.493 (2012 年 9 月 24-27 日)
- [2] Shota Kaneko, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi, “Efficient Image Compression with Detecting Text Regions”, IEEE Xplore, Proc. 11th International Conference on Signal Processing (ICSP 2012), pp.654-658 (2012 年 10 月 21-25 日)

課題ウー 3

- [1] Shunsuke Yamaki, Jun Odagiri, Masahide Abe, and Masayuki Kawamata, “Effects of Stochastic Phase Spectrum Differences on Phase-Only Correlation Functions - Part I: Statistically Constant Phase Spectrum Differences for Frequency Indices -”, IEEE Xplore, 2012 IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content, pp. 360 - 364 (2012 年 9 月 21-23 日)
- [2] Rihito Ito, Shunsuke Yamaki, Masahide Abe, and Masayuki Kawamata, “Effects of Stochastic Phase Spectrum Differences on Phase-Only Correlation Functions - Part II: Statistically Proportional Phase Spectrum Differences to Frequency Indices -”, IEEE Xplore, 2012 IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content, pp. 380 - 384 (2012 年 9 月 21-23 日)
- [3] Masayuki Kawamata, Shuhei Sakamoto, and Masahide Abe, “nd Masahide Abeational Conference on Network Infrastructure and Digital Content, IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), p.352 (2012 年 9 月 24-27 日)

課題エ

- [1] Fumiyuki Adachi, Kiyohito Tokuda, and Shingo Ohmori, “Secured information service platforms effective in case of disasters — Using multilayered communications network”, IEEE Xplore, Proc. 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC 2012), pp.348 - 349 (2012 年 9 月 24-27 日)

6 その他の誌上発表リスト

- [1] 著者名：大山 卓、金子 富、浅野 欽也、浜口 雅春、“車両を地域ネットワークノードとする災害時ネッ

トワークの研究開発”、OKI テクニカルレビュー 第 220 号 Vol.79、No.2、pp000-000 (2012 年 11 月) :

7 口頭発表リスト

課題全体

- [1]安達文幸、青木孝文、澤谷邦男、本間尚文、加藤寧、山田博仁、大町真一郎、西山大樹、Zubair Fadlullah、川又政征、伊藤彰則、“「災害に強いネットワークを実現するための技術の研究開発」に関する全体構想および基盤技術開発”、ワイヤレス・テクノロジー・パーク (横浜) (2012 年 7 月 5~6 日)
- [2]F. Adachi、“R&D Project of Multilayered Communications Network”、The 23rd IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC 2012) (シドニー、オーストラリア) (2012 年 9 月 10 日)
- [3]安達文幸、竹内和則、岸洋司、浜口雅春、大森信吾、梶原亮、“Multilayered Communications Network -For Disaster and Resilient Communications”、Sino-Japan Workshop on the Next Generation Mobile Communication Technologies and Applications-2012 (中国湖南省張家界) (2012 年 9 月 17 日)
- [4]安達文幸、竹内和則、岸洋司、浜口雅春、大森信吾、梶原亮、“災害に強いネットワークを実現するための技術の研究開発における「重層的通信ネットワーク」の全体構想”、CEATEC JAPAN 2012(千葉) (2012 年 10 月 2~3 日)
- [5]安達文幸、青木孝文、澤谷邦男、本間尚文、加藤寧、山田博仁、大町真一郎、西山大樹、Zubair Fadlullah、川又政征、伊藤彰則、“災害に強いネットワークを実現するための技術の研究開発における「重層的通信ネットワーク」の基盤技術開発” (千葉) (2012 年 10 月 2~3 日)
- [6]安達文幸、竹内和則、岸洋司、浜口雅春、大森信吾、梶原亮、“R&D Project of Multilayered Communications Network”、電子情報通信学会ソフトウェア無線研究会 (長野) (2013 年 1 月 24 日)
- [7]安達文幸、竹内和則、岸洋司、浜口雅春、大森信吾、梶原亮、“R&D Project of Multilayered Communications Network”、日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會 (台北、台湾) (2013 年 1 月 28 日)

課題ア-1

- [1]“災害に強いネットワークを実現するための技術の研究開発 -重層的通信ネットワーク-、” ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2012 (横浜) (2012 年 7 月 5 日~6 日)
- [2]小峯敏彦、山崎浩輔、定知生、藤本貴、山口明、榎木勘四郎、渡辺伸吾、竹内和則、“災害からの復旧が早いネットワーク選択制御技術—重層的ネットワークの提案と考え方—、” 2012 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会 (富山) (2012 年 9 月 14 日)
- [3]Shingo WATANABE、“Network Assisted Radio Network Selection Scheme in the Multi-layered Communication Network - Learn from 3.11 Disasters -”、日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會 (台北、台湾) (2013 年 1 月 28 日)
- [4]Kazunori TAKEUCHI、“Link Aggregation Approach in heterogeneous wireless network for load balancing、 high reliability and mobility against disaster”、日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會 (台北、台湾) (2013 年 1 月 28 日)

課題ア-2

- [1] 岸洋司、栗島紀夫、藤本靖彦、岩間浩、池野上好弘、内山博之、松田雅之、清水美怜、福島香津美、平田祐子、“「災害に強いネットワークを実現するための技術の研究開発」に関する近傍地域ネットワークノードの電波を用いたエントランス回線復旧技術の研究開発”、ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2012 (横浜) (2012年7月5日～6日)
- [2] 岸洋司、栗島紀夫、藤本靖彦、岩間浩、池野上好弘、内山博之、松田雅之、清水美怜、福島香津美、平田祐子、“Rapid recovery of base station backhaul by the neighbor regional wireless access network and its extension with the multi-hop wireless LAN relay”、日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會 (台北、台湾) (2013年1月28日)

課題ア-3

- [1] 浜口 雅春、“車両を地域ネットワークノードとする災害時ネットワークの研究開発”、ワイヤレステクノロジーパーク(WTP)2012 (横浜市) (2012年7月5～6日)
- [2] Masaharu Hamaguchi、Takashi Ohyama、Yutaka Kaneko、Kinya Asano、“Utilization of Vehicular Communication in Disaster ~Multi-hop Communication and Multi-protocol Gateway by using Plural ITS~”、日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會 (Taipei、Taiwan) (2013年1月28日)
- [3] 浜口 雅春、“車両通信による災害時ネットワークの検討 -ITSにおける無線通信の最新動向-”、アドホックネットワーク・コンソーシアム 記念シンポジウム (東京都) (2012年12月12日)
- [4] Yasubumi Chimura、Masaharu Hamaguchi、“Proposal on studying use cases and Solution of social services of/by vehicles and road infrastructure for Disaster Relief”、ITU-T Collaboration on ITS Communication Standard (北京) (2013年3月22日)
- [5] 浜口 雅春、“ITSにおける無線通信の最新動向 ~車々間通信を代表とする ITS の現状と展望~”、電子情報通信学会アドホックネットワーク研究会 (盛岡) (2012年7月13日)

課題ア-4-1

- [1] Naofumi Homma、“Toward Efficient Data processing and Protection under Disaster Situations”、日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會 (台北、台湾) (2013年1月28日)
- [2] 本間尚文、“災害に強いネットワークノードを実現するための技術の研究開発”、第75回情報処理学会全国大会 (仙台) (2013年3月8日)

課題ア-4-2

- [1] 阿部寛人、陳 強、澤谷邦男、“小形アンテナの放射特性の数値解析”、平成24年電気関係学会東北支部連合大会、秋田市、2012年8月31日.
- [2] Hiroto Abe、Qiang Chen、Kunio Sawaya、“Variable capacitance loaded reconfigurable antenna with frequency and beam switching”、5th Pan-Pacific EMC Joint Meeting (PPEMC'12)、Nov. 29、2013.
- [3] 阿部寛人、陳強、大尻勇氣、澤谷邦男、“災害に強い無線ネットワークの為のマルチバンドアンテナの研究”、東北大学電気通信研究所工学研究分科会第552回伝送工学研究会、仙台市、2013年1月22日.

- [4] Qiang Chen、 Hiroto Abe、 Yuki Ojiri、 Kunio Sawaya、 “Directivity Reconfigurable Multi-band Antennas for Disaster-resilient Wireless Networks”、日本通迅救災「多重通迅網路」研發專案暨台日技術合作說明會（台北、台灣）（2013年1月28日）

課題ア－4－3

- [1]熊谷慎也、長岡諒、小原辰徳、山本哲矢、安達文幸、“STBC-OFDMにおける連携ダイバーシチ”、電子情報通信学会無線通信システム研究会（高知）（2012年8月31日）
- [2]熊谷慎也、長岡諒、小原辰徳、山本哲矢、安達文幸、“単一周波数ネットワークにおける STBC 連携ダイバーシチ”、2012年電子情報通信学会ソサイエティ大会（富山）（2012年9月11日）
- [3]熊谷慎也、長岡諒、小原辰徳、山本哲矢、安達文幸、“耐災害無線ネットワークにおける STBC 連携ダイバーシチの適用効果”、電子情報通信学会無線通信システム研究会（東京）（2012年11月16日）
- [4]熊谷慎也、安達文幸、“Multi-AP Cooperative Diversity for Disaster-resilient Wireless LAN”、日本通迅救災「多重通迅網路」研發專案暨台日技術合作說明會（台北、台灣）（2013年1月28日）

課題イ－1

- [1] H. Yamada、 T. Miura、 S. Chikui、 K. Shida and R. Tang、 “Network control based on intelligent power-supply systems”、日本通迅救災「多重通迅網路」研發專案暨台日技術合作說明會（台北、台灣）（2013年1月28日）

課題イ－2

- [1] 大田崇史、西山大樹、加藤寧、山田博仁、“自然エネルギーで稼働する無線メッシュネットワークに適した通信方法に関する一考察”、電子情報通信学会総合大会（岐阜市）（2013年3月22日）。
- [2] 西山大樹、加藤寧、“被災地のモバイル端末を利用した瞬間自律再生ネットワーク”、電子情報通信学会総合大会（岐阜市）（2013年3月21日）。
- [3] 伊藤昌也、西山大樹、加藤寧、“DTN と MANET の性能比較のためのフィールド実験報告”、電子情報通信学会総合大会（岐阜市）（2013年3月20日）。
- [4] 鈴木健太、西山大樹、加藤寧、“PON と WLAN で構成される地域ネットワークの遅延解析”、電子情報通信学会技術研究報告、vol. 112、no. 231、NS2012-101、pp. 119-123、（京都市）（2012年10月12日）。
- [5] 高橋朝人、西山大樹、加藤寧、“対災害遅延許容ネットワークにおける到着率公平性に関する性能評価”、電子情報通信学会技術研究報告、vol. 112、no. 150、SAT2012-10、pp. 13-18、（札幌市）（2012年7月26日）。
- [6] 吉田和真、西山大樹、加藤寧、吉村直子、豊嶋守生、門脇直人、“階層型衛星ネットワークにおける宛先の輻輳状態を考慮した経路制御に関する検討”、電子情報通信学会技術研究報告、vol. 112、no. 51、SAT2012-5、pp. 23-28、（滝沢村）（2012年5月25日）。
- [7] Yuichi Kawamoto、 “A Study on Traffic Distribution Technique for Multi-Layered Satellite Networks、” Annual Workshop on Next Generation Networks and Network Security (Shanghai、China) (28 Jun. 2012)

課題イ－3

- [1] Yuta Nakano, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi, “A Study on Influence of Incorrect Anchor nodes in Localization System”, The 2012 Korea-Japan-China International Workshop (大邱、韓国) (2012年11月1日)
- [2] Yuta Nakano, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi, “Location Estimation System for Ad-hoc Networks with Considering Incorrect Anchor Nodes”, 日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會(台北、台灣)(2013年1月28日)
- [3] 中野祐太、菅谷至寛、大町真一郎、“位置推定システムにおける不良ノード検出手法の検討”、電子情報通信学会総合大会(岐阜)(2013年3月22日)

課題ウー1

- [1] 長野 雄、伊藤 彰則、“パラメータ冗長化と N-gram による予測を併用した G.729 におけるパケット欠落隠蔽”、日本音響学会秋季研究発表会(長野)(2012年9月21日)
- [2] Akinori Ito, “Estimation of Lost G.729 Packets using Side Information for Robust VoIP Communication”, 日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會(台北、台灣)(2013年1月28日)
- [3] 長野 雄、伊藤 彰則、“パラメータ冗長化によるパケット欠落隠蔽における冗長化パラメータの選択に関する検討”、日本音響学会春季研究発表会(八王子)(2013年3月13日)
- [4] 岡本 雅仁、長野 雄、伊藤 彰則、“高パケットロス下における頑健な VoIP 通信の実装と評価”、情報処理学会全国大会(仙台)(2013年3月7日)

課題ウー2

- [1] 土田寛子、菅谷至寛、大町真一郎、“画像抽象化と視差情報を用いた領域分割”、画像の認識・理解シンポジウム2012(福岡)(2012年8月8日)
- [2] 兼子翔太、菅谷至寛、大町真一郎、“文字情報を高精細に伝送するための画像圧縮法”、平成24年度電気関係学会東北支部連合大会(由利本荘)(2012年8月31日)
- [3] Shota Kaneko, Yoshihiro Sugaya, Shinichiro Omachi, “Efficient Compression of Scene Images by Text Detection”, 日本通説救災「多重通説網路」研發專案暨台日技術合作説明會(台北、台灣)(2013年1月28日)
- [4] 兼子翔太、菅谷至寛、大町真一郎、“文字情報を高精細に伝送するための画像圧縮法”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会(堺)(2013年2月21日)
- [5] 兼子翔太、菅谷至寛、大町真一郎、“画像中の文字情報伝送のための画像圧縮法”、電子情報通信学会総合大会(岐阜)(2013年3月21日)

課題ウー3

- [1] 伊藤理人、八巻俊輔、阿部正英、川又政征、“実数信号の位相スペクトルの差の確率的変動に対する位相限定相関関数の解析”、平成24年度電気関係学会東北支部連合大会(由利本荘市)(2012年8月31日).
- [2] 坂本脩平、阿部正英、川又政征、“画像内の正方形ミッシングデータの除去手法の性能評価”、平成24年度電気関係学会東北支部連合大会(由利本荘市)(2012年8月31日).
- [3] 伊藤理人、小山祐光、八巻俊輔、阿部正英、川又政征、“2次位相差をもつ信号の位相限定相関関数の解

析”、第 27 回信号処理シンポジウム（石垣市）（2012 年 11 月 28 日）。

- [4] 八巻俊輔、阿部正英、川又政征、“方向統計学に基づく位相限定相関関数の統計的解析”、第 27 回信号処理シンポジウム(石垣市) (2012 年 11 月 28 日)。
- [5] 坂本脩平、阿部正英、川又政征、“ミッシングデータが存在する圧縮映像の時空間処理による修復手法の検討”、情報処理学会第 75 回全国大会（仙台市）（2013 年 3 月 6 日）。
- [6] 伊藤理人、八巻俊輔、阿部正英、川又政征、“2 次位相スペクトルの差を持つ信号間の位相限定相関関数”、情報処理学会第 75 回全国大会（仙台市）（2013 年 3 月 6 日）。

課題エ

- [1] 安達文幸、大森慎吾、徳田清人、梶原亮、“Secured Information Service Platforms Effective in Case of Disasters”、日本通説救災「多重通説網路」研説専案暨台日技術合作説明會（台北、台湾）（2013 年 1 月 28 日）

8 出願特許リスト

- [1]小峯敏彦、渡辺伸吾、竹内和則、“ネットワーク切替情報通知装置およびコンピュータプログラム”、日本、2013 年 2 月 28 日
- [2]小峯敏彦、渡辺伸吾、竹内和則、“ネットワーク切替情報要求装置、ネットワーク切替情報通知装置およびコンピュータプログラム”、日本、2013 年 2 月 28 日
- [3]定知生、小峯敏彦、“無線通信装置、通信端末およびコンピュータプログラム”、日本、2013 年 3 月 27 日
- [4]大山 卓、浅野 欽也、金子 富、浜口 雅春、“無線通信装置、無線通信システム及び無線通信プログラム”、日本、2013 年 2 月 18 日
- [5]大山 卓、浅野 欽也、金子 富、浜口 雅春、“通信システム及び通信方法”、日本、2013 年 2 月 20 日

9 取得特許リスト

10 国際標準提案リスト

- [1] ITU-T・Focus Group on Disaster Relief Systems、Network Resilience and Recovery、DR&NRR-I-75、“Introduction of multi-layered communications network system proposed for disaster relief and safety of concerned parties”、February 5-8、2013.
- [2] ITU-T・Collaboration on ITS Communication Standard、提案番号（不明）、“Proposal on studying use cases and Solution of social services of/by vehicles and road infrastructure for Disaster Relief”、2013 年 3 月 22 日、修正提案年月日（無し）、採択年月日（無し）

11 参加国際標準会議リスト

- [1] ITU-T、Collaboration on ITS Communication Standard、北京、2013 年 3 月 22 日
- [2]ITU-T、Focus Group on Disaster Relief Systems、Network Resilience and Recovery、プーケット、2013 年 5 月 21 日

1 2 受賞リスト

- [1]本間尚文、RIEC Award 東北大学研究者賞、“VLSI 向け算術アルゴリズムの高水準設計技術とその応用に関する研究”、2012 年 11 月 9 日
- [2] 高橋朝人、西山大樹、加藤寧、電子情報通信学会衛星通信研究専門委員会 2012 年度衛星通信研究賞、“対災害遅延許容ネットワークにおける到着率公平性に関する性能評価”、2013 年 5 月 8 日
- [3] 八巻俊輔、小田切 潤、阿部正英、川又政征、Best Paper Award・3rd IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content、“Effects of Stochastic Phase Spectrum Differences on Phase-Only Correlation Functions - Part I: Statistically Constant Phase Spectrum Differences for Frequency Indices -”、2012 年 9 月 24 日

1 3 報道発表リスト

(1) 報道発表実績

- [1] “OKI、災害時の緊急迂回通信路となる「災害時車両通信ネットワークシステム」を開発、実証実験で性能証明 ～ネットワークインフラが損壊した 2km 四方内の通信手段確保を 30 分以内で実現～”、2013 年 4 月 25 日
- [2] “携帯電話が圏外でもメッセージ送信が可能に（災害時でも有効な通信手段として期待）”、2013 年 2 月 15 日
- [3] “スマートフォンの WiFi だけで市街地 2.5km のメッセージリレーに成功(実用化に大きく前進)”、2013 年 2 月 21 日

(2) 報道掲載実績

- [1] “災害時、車使い通信回線 OKI アンテナでデータ伝送”、日本経済新聞、2013 年 4 月 26 日
- [2] “緊急迂回通信路を確保 OKI 災害時システム開発”、電気新聞、2013 年 5 月 2 日
- [3] “災害時車両通信ネットワークシステム開発”、化学工業日報、2013 年 5 月 2 日
- [4] “災害時車両通信ネットワークシステム開発 東北大学で実証実験”、電波新聞、2013 年 4 月 30 日
- [5] “OKI「災害時車両通信ネットワークシステム」を開発 災害時の緊急迂回通信路”、電波タイムズ、2013 年 5 月 8 日
- [6] “災害時の車両通信ネットワーク開発 沖電気”、日刊自動車新聞、2013 年 5 月 8 日
- [7] “災害時に車車間通信 OKI など開発 ITS で緊急迂回”、通信興業新聞、2013 年 5 月 13 日
- [8] その他 OKI のプレスリリース掲載、日経電子版、JCN NETWORK、朝日新聞 Web、Tech-On!、excite. ニュース、mdia jam、REGRESE、日本経済新聞 Web 刊、マイナビニュース、日刊工業新聞 Business Line、Security Online News、Bloomberg.co.jp、livedoorNEWS、YAHOO!JAPAN ニュース、IT pro、日経メッセ、2013 年 4 月 25～26 日
- [9] “スマホの無線 メールリレー 端末同士で通信 災害時に活用”、読売新聞（日刊）38 面、2013 年 2 月 22 日
- [10] “災害時圏外でも通信可 東北大 スマホを中継 実証実験”、河北新報（日刊）15 面、2013 年 2 月 19 日
- [11] “東北大、携帯回線使わずスマホ同士メッセージの実証実験に成功”、読売オンライン、2013 年 2 月 18 日
- [12] “災害時圏外でも通信可 東北大 スマホを中継 実証実験”、河北オンラインネットワーク、2013 年 2 月

19 日

[13]“圏外でも携帯でメッセージ可能に 東北大が実験成功”、ハザードラボ、2013 年 2 月 21 日

[14]“Android スマホ 30 台を WiFi で数珠つなぎ、2.5km の距離でデータ伝達に成功”、インターネットウ
ォッチ、2013 年 2 月 22 日

[15]“携帯回線使わず無線 LAN だけでメッセージをリレー 東北大、スマホ 27 台で成功”、ITmedia ニュー
ス、2013 年 2 月 14 日

[16]“東北大、通信事業者回線を使わずにスマホ同士でメッセージをリレーする実証実験に成功—災害時で
の利用にも期待”、インターネットコム、2013 年 2 月 15 日

[17]“東北大学、キャリアの回線を使わずスマホの Wi-Fi だけでメッセージリレーに成功”、WirelessWire
News、2013 年 2 月 18 日

1 4 ホームページによる情報提供

URL : <http://www.oki.com/jp/press/2013/04/z13010.html>

掲載情報の概要 : プレスリリース 災害時の緊急迂回通信路となる「災害時車両通信ネットワークシステ
ム」を開発、実証実験で性能証明 ～ネットワークインフラが損壊した 2km 四方内の通信手段確保を 30
分以内で実現～

ヒット数 : 不明

URL : <http://www.it.ecei.tohoku.ac.jp/innovation/01/>

掲載情報の概要 : 端末間連携制御技術を搭載したプロトタイプの開発と実証実験の概要

ヒット数 : 不明

URL : <http://www.mk.ecei.tohoku.ac.jp/papers/>

掲載情報の概要 : データの欠損がある画像・映像の修復技術の研究開発の口頭発表および関連の研究の論
文のPDF

ヒット数 : 不明

研究開発による成果数

	平成 23 年度	平成 24 年度	合計	(参考) 提案時目標数
査読付き誌上発表数	件 (件)	17 件 (17 件)	17 件 (17 件)	2 件 (件)
その他の誌上発表数	件 (件)	1 件 (1 件)	1 件 (1 件)	件 (件)
口 頭 発 表 数	件 (件)	62 件 (25 件)	62 件 (25 件)	22 件 (件)
特 許 出 願 数	件 (件)	5 件 (0 件)	5 件 (0 件)	19 件 (2 件)
特 許 取 得 数	件 (件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	件 (件)	2 件 (2 件)	2 件 (2 件)	件 (件)
国 際 標 準 獲 得 数	件 (件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	件 (件)
受 賞 数	件 (件)	3 件 (1 件)	3 件 (1 件)	件 (件)
報 道 発 表 数	件 (件)	3 件 (0 件)	3 件 (0 件)	4 件 (0 件)
報 道 掲 載 数	件 (件)	17 件 (0 件)	17 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。