

# 電気通信研究機構 NEWS

Volume **08**

Research Organization of Electrical Communication  
Tohoku University

- CONTENTS
- 02 (頁) 巻頭言
  - 03 プロジェクト紹介
  - 05 研究最前線
  - 07 熊本地震への対応
  - 08 What's New

ソフトウェア無線技術を用いた可搬型マルチモードVSATをLASCOM宮城県局として運用開始/フィリピン・セブ島にて通信エリア拡大技術の実証実験を実施/宮城県主催・石巻市共催「男女共同参画・多様な視点からの防災実践講座」/ICL/ITRIとのMoU延長の署名式



March 2017

東北大学 電気通信研究機構ニュースレター



三陸沿岸道路  
登米志津川道路(登米東和IC～三滝堂IC)  
市道三滝堂インター線開通  
(写真提供:南三陸町観光協会)



台湾工業技術研究院 (ITRI) とのMoU延長署名式

# 耐災害 ICT 研究センターの取り組み



NICT 耐災害 ICT 研究センター長  
熊谷 博

東日本大震災から6年が経過した。この大災害を教訓として、災害に強い ICT 構築のための産学官連携研究拠点形成を目的とした NICT 耐災害 ICT 研究センター（平成 24 年 4 月設立）も設立から5年が経過した。5年間の歩みを振り返り、今後の展望を述べる。

センター設立当初は、総務省の施策である「情報通信ネットワークの耐災害性強化の研究開発」プロジェクト実施において、東北大学電気通信研究機構とともに中心機関として活動した。両研究メンバー等から構成される耐災害 ICT 研究開発協議会が設立され、成果の社会実装を目指してきた。耐災害 ICT 研究センターでは、テストベッドを整備し、研究プロジェクト全体の遂行に協力するとともに、外部への利用も進めてきた。センターの研究テーマとしては、NICT の中に既に存在した研究分野の中から、災害時に必要となる光通信、無線通信、情報科学の3分野を選び研究活動を開始した。これらの研究は、災害に強い光ネットワーク技術、災害に強い無線ネットワーク技術及びリアルタイム社会知解析として研究が進展している。特に後者は、SNS の収集と分析により災害情報を把握するもので、対災害 SNS 情報分析システム「DISAANA」および災害状況要約システム「D-SUMM」を試行として、WEB 上に公開しており、どなたでもパソコンやスマホから災害発生に伴う被害状況を即座に知ることができる。

平成 26 年度に開始された SIP（戦略的イノベーション促進研究）制度の中で「レジリエントな防災・減災機能の強化の研究開発」プログラムが開始され、その中の課題「災害情報の配信技術の研究開発」を当センターが代表機関として受託した。本研究では、東北大学を含む産学官からなるメンバーにより、主として耐災害 ICT の研究で生まれた新しい技術を下にして、成果の社会実装に向けた取組みを積極的に進めている。特に、平成 28 年度には、研究期間の前半の成果として、いくつかの自治体で住民参加の実証実験を実施し、既存の通信ネットワークに頼らずに、避難所間で情報共有や映像伝送等ができることを体験して頂いた。また東北大学電気通信研究機構では、本研究の中で、フィリピンセブ島の 2013 年の台風被災地で実証実験を実施し、その有効性が高く評価されるとともに、本研究の中で開発された ICT ユニットの地元自治体に導入された。

平成 28 年 4 月 14 日以降、熊本地震が発生し、4 月 16 日未明に M7.3 の最大の地震が発生した。現地では、通信回線の不通等が報告されており、これに対し当センターでは、衛星通信車載局及び無線メッシュネットワーク等の機材を被災地に持ち込み、NTT 未来ねっと研究所とも連携し、現地で無線ネットワークを提供する支援活動を行った。地元の熊本県高森町では、18 日現在、携帯電話やインターネット利用が不便な状態であったため、同町役場室内とロビーで、通信衛星「きずな」経由で、ネットワークを庁舎内に引き込み、Wi-Fi 利用環境を構築し、町職員と住民に使用して頂いた。また、地震発生以来、熊本地方の被害状況を見やすくした DISAANA を NICT ホームページ画面から利用できるようにし、多くの方に使って頂いた。DISAANA は内閣官房でもツイッター班を設けて利用され、この期間に1日当たり最大 6000 件を超えるアクセスが記録された。これらの活動は、耐災害 ICT 研究センター発足以来、開発された技術が実災害の現場で使われ、有効性を発揮した初めての例となった。

耐災害 ICT の研究は、わが国の安全な社会を守るために極めて重要な研究であることは論をまたず、その継続的な推進が必要である。また、災害時に求められる技術は、平時においても様々な場面で活用される。特に、わが国の耐災害技術は海外でも高い関心を寄せられている。電気通信研究機構との一層の連携の下、この分野の研究の発展と成果の社会実装を目指していく所存である。

# 防災・減災学的知見に基づくICTシステムの知的化に関する研究開発\*

東北大学電気通信研究機構長  
(東北大学大学院情報科学研究科 教授)

加藤 寧

東北大学電気通信研究機構 准教授  
(東北大学大学院情報科学研究科)

西山 大樹

2011 年に発生した東日本大震災では、多くの通信設備が損壊し、人々に大きな混乱を招きました。災害発生直後は、安否確認や避難場所に関する情報が必要とされ、発生数日後には生活に必要なインフラに関する情報の通信需要が急増します。しかし、現行のネットワークは、地震や津波による基地局の損壊や伝送路の切断により通信機能が低下し、災害対応行動としての事業継続計画 (BCP :

Business Continuity Plan) のための必要最低限の需要にすら対応することが困難です。そのため、将来のネットワークには、災害対応行動に支障が発生することがないように、必要とされる通信能力を提供することが求められています。

東日本大震災以降、多くの機関・企業が災害に強い ICT システムの実現を目指し、様々な技術の研究開発が行われました。しかし、被災地の状況は災害規模と経過時間によって全く異なるため、その変化に追従するためにはネットワーク機能の動的設計論が必要となりますが、この肝心の部分が欠落しています。従って、現状では仮想化技術や耐災害 ICT システムを使いこなすインテリジェンスが存在しません。

そこで、本研究開発では防災・減災学的知見を利用することにより、状況変化に基づく機能設計論を確立するとともに、それを実現するための基礎技術である自己最適化と分散協調によってネット

ワークを知的化するための研究開発を実施します。図に本研究開発におけるアプローチの概要を示します。災害発生後、損壊した ICT システムの状態をリアルタイムに把握しつつ、残留した ICT 機器を再構成することで ICT システムの機能回復が可能なのか、それとも新たに耐災害 ICT 機器の追加投入が必要なかを判断する必要があります。この判断については、従来のシステム設計論に防災・減災学的な知見を導入することで可能となります。再構成によって回復が可能な場合、システムに対する需要と供給に応じてシステム内で自己最適化を図ります。一方、ICT 機器の追加投入が必要な場合、ICT システム間の分散協調によって再構築を行った後に再構成による自己最適化に移行します。以上の通り、本研究開発では、防災・減災学的知見を機能設計に取り入れ、理論モデルの構築から着手し、自己最適化と分散協調を軸とした知的化技術を確立します。

\*平成 28 年度 NICT 委託研究

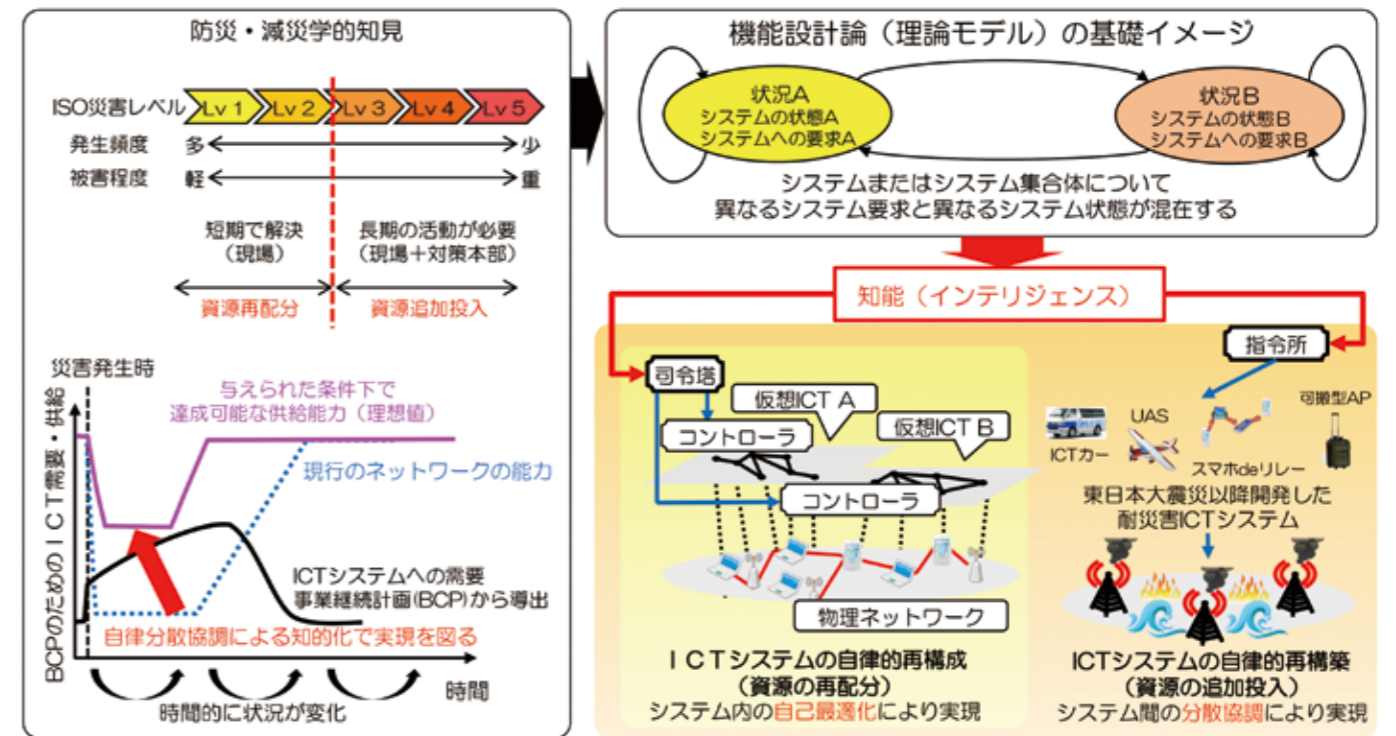


図 本研究開発のアプローチ

## 災害に強く、 変幻自在な新しい電力網の研究

東北大学電気通信研究機構 教授  
(東北大学大学院工学研究科)

山田 博仁

東北大学電気通信研究機構 特任教授

岩月 勝美

災害時などに送電線が一部破断しても電力供給を継続でき、平常時でもアドホック的に新しく電源を追加したり切り離したりすることが可能な、全く新しい電力網を構築するための研究プロジェクトを開始しました。

既存の電力網は、発電所を最上流として一次変電所や二次変電所を経由し、最下流となる各家庭などに電力を届けるツリー型のトポロジーを有しています。この場合、どこか一か所でも破断すると、その下流は全て停電となってしまいます。そこで我々は、電力ルーターを用いる全く新しい電力網を検討しております。電力ルーターは、それが有する複数のポートに対して自由自在に電力の流れを制御することが可能なこれまでに無い機能を有するデバイスで、3ポートの電力ルーターが既に試作・実証されております。これを用いれば、図1に示す様にリング型やメッシュ型の電力網を構成することが可能となり、インターネットでどこか一か所が破断しても、迂回ルートを経由して通信が可能となるように、電力網のどこか一か所が破断しても別のルートから送電が可能なレジリエントな電力網を構築できます。また、小規模発電所や蓄電施設などを新たに付加したり、老朽化した設備を切り離すなどの変化にも柔軟に対応可能な電力網も実現できます。また日本では、山間地や離島で暮らす人も多く、そのような地域

では太陽光や風力などの自然エネルギーを蓄電して利用するような電力の地産地消が理想です。しかし、世帯単独で安定的に電力を確保するには大容量の蓄電池を必要とし、現実的ではありません。これに対して図2に示す様に、近隣の世帯間で電力の融通を行うマイクログリッドを構成すれば、少ない蓄電池容量でも安定的に電力を確保できることが実証されております。ここでも電力ルーターが活躍します。

これらの提案に関して、科研費 特設分野【人工物システムの強化】「再帰的構造により創発的シンセシス機能をもつグリッドシステムの研究」(代表: 京都工芸繊維大学 門 勇一教授)が平成28年度からスタートしており、我々も参加してその研究の一翼を担っております。プロジェクトの中での我々の役割は、電力ルーターを用いて、マイクログリッド同士

や既存の電力網とを柔軟に接続するための構成や、その制御アルゴリズムを構築することにあります。我が国では今後、再生可能エネルギーの導入だけではなく、災害やテロによってダメージを受けても、安定した電力供給を継続できるような電力網を構築していかなければなりません。そのため、の研究プロジェクトでもあります。

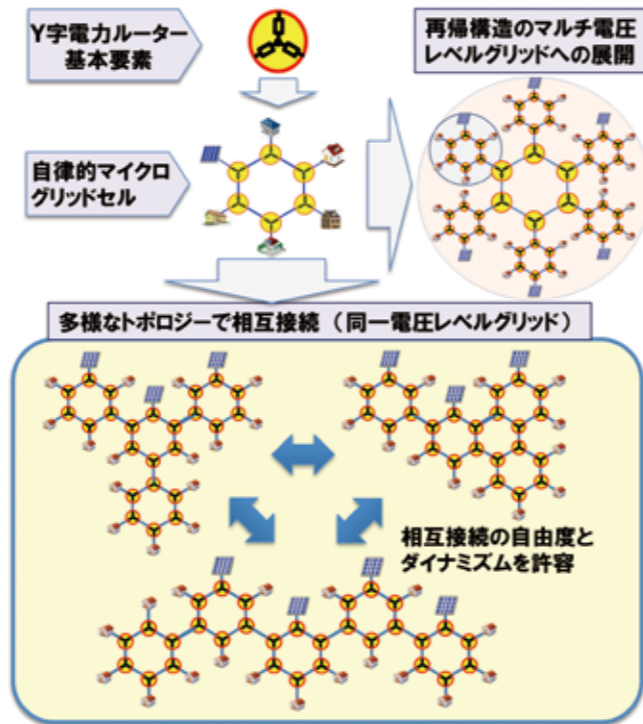


図1 電力ルーターを用いることによって実現可能な柔軟な電力網

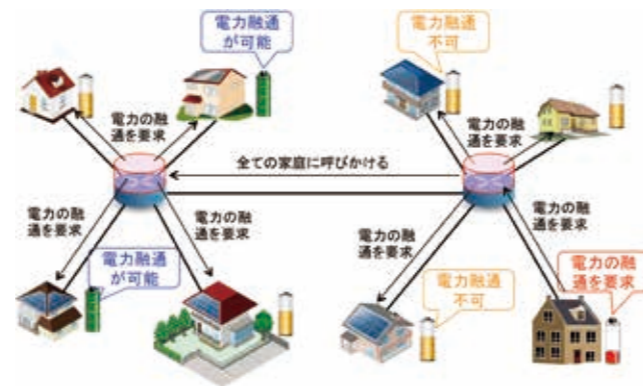


図2 近隣の世帯間での電力の融通を可能とするマイクログリッド

## Project report 研究最前線

# 我々は何を見ているか？

東北大学 電気通信研究所  
高次視覚情報システム(塩入・栗木・松宮・曾)研究室

### 1. 見ることの科学

「我々は何を見ているか？」は、本研究室の原点です。「見ること」はあまりにも日常化していて、普通はその複雑な処理に思い至ることはないと思います。しかし、視覚の研究は調べるほどに分からないことが増え、興味のつきない研究分野です。視覚は日常生活のすべての場面で重要ですが、災害時における重要性には特別なものがあります。短時間での確かな判断をし、それに基づき行動することは生存に直結するからです。

### 2. 注意を計る

視覚的注意の研究は、短時間での確かな判断をする機能に関する視覚科学の研究テーマの一つです。私たちは注意を向けることで、膨大な感覚情報から必要な情報を選択、処理することができます。注意をなにかに向けることはごく普通のことですが、注意が一体何であるかを説明することは簡単ではありません。注意は視線と関連していますが、視線をはずして視野の片隅に注意を向けることがあります。また、注意には広がりがありますが、視線は一点です。本研究室では、注意とは特定の神経活動の強調であるとの立場から、脳波によってその範囲を計測する技術を開発し、注意研究に利用しています。最近の研究では、初期の視覚処

理(低次過程)を反映する脳波と高次の処理過程(高次過程)を反映する脳波を比較し、注意の広がり方が異なることを示しました\*)。低次過程では、注意を向けた位置を中心に、そこから離れるにしたがって注意の効果が徐々に低下するのに対して、高次過程では注意を向けた位置のみで大きな効果が得られます(図1)。注意を向けるということは、単にその場所の情報を選択することではなく、初期の視覚過程ではその周辺の視覚情報処理を広く促進し、それに続く過程で情報の選択を行っているようです(図2)。

### 3. 注意機能のモデル化

本研究の成果は、注意機能を理解するために重要な知見です。そのような成果は人間の注意行動を推定する計算機モデルの構築に大きく貢献できると考えています。人間の機能を模した注意モデルは、災害時など緊急時の有効な情報提供の方法を考える上にも、車の運転など同時に複数の複雑な行動や認識が要求される課題遂行における危険察知や



東北大学電気通信研究所  
教授

塩入 諭

研究室メンバー(平成29年1月現在):  
教授 塩入 諭 工学博士  
准教授 栗木 一郎 博士(工学)  
准教授 松宮 一道 博士(工学)  
准教授 ツェン チャーホイ Ph. D  
学振PD 金子 沙永 博士(学術)  
事務補佐 今野 亜未  
研究室 Web ページ:  
<http://www.vision.riec.tohoku.ac.jp>

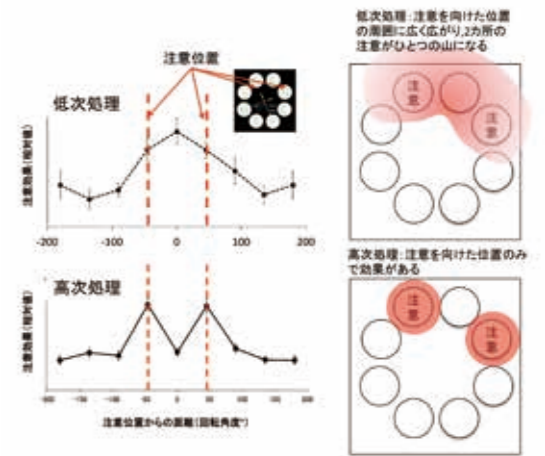


図1 脳波による注意効果の計測。2カ所に注意を向けたときには、低次の視覚処理では2カ所を覆うように広く注意効果が広がるのに対して、高次の処理過程では2カ所に限定した注意効果が得られる。

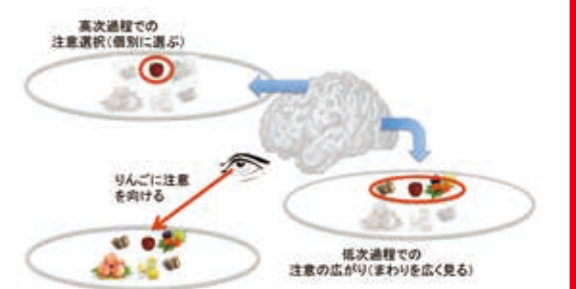


図2 注意を向けることで、高次の処理過程では注意対象付近に限定した注意効果が得られるが、低次過程では注意効果が周囲に広く広がっている。

歩きスマホ問題のような新技術に対する問題回避を考える上にも重要な役割を担うことができます。また、ロボットや自動運転自動車の制御システムへ、人間の優れた注意機能を搭載するという意味でも期待が持てる技術です。

\* Shioiri et al., Scientific Reports, 2016; 6: 35513. doi: 10.1038/srep35513

Project report  
研究最前線

# 伝送容量切替え可能な 光通信システム用小型光源の 実現を目指して

東北大学 電気通信研究所  
応用量子光学(八坂)研究室

有事に伝送チャンネル数を増加し、大容量の情報を送ることができる光通信システムの実現を目指した研究を進めています。光ファイバを伝搬する信号チャンネル数を自由に増減することのできる伝送容量可変な光デジタルコヒーレント通信システムを実現するためには、高いスペクトル純度を有する多数の搬送波を発生可能な小型多波長光源の実現が望まれます。このような光源を用いた光デジタルコヒーレント通信システムの例を図1に示します[1]。普段は多波長光源のチャンネル数を少なくしておき、有事には全てのチャンネルを使って情報を伝送することで情報伝送容量の切り替えが実現できます。本光源を実現するために、小型な狭線幅レーザー光源と平坦な光周波数コム発生技術の研究を進めています。

## 1. 小型狭線幅レーザー光源

小型で狭スペクトル線幅な半導体

レーザー光源を実現する技術として、光負帰還技術を導入した半導体レーザー光源構成法を提案し、実現に向けた研究を進めています[2]。本光源は、単一モード半導体レーザーと低Q光フィルタで構成されます。レーザー出力光の周波数雑音を光フィルタの周波数弁別機能で強度変動に変換し、その変換光をレーザーへ帰還して周波数雑音が減少するように周波数変調を施すことで狭線幅半導体レーザーを実現しています。原理検証実験を通して、10MHz程度の単一モード半導体レーザーの線幅を3kHzまで低減することに成功しています(図2(a))。

## 2. 平坦光周波数コム発生

レーザー光を正弦波信号で周波数変調すると複数の側帯波を発生できます。その側帯波の周波数間隔は電気信号の精度と同じ精度を有します。この特

徴を利用して、レーザー光をマッハツェンダ変調器を用いて変調することで、多数の側帯波(光周波数コム)発生を実現しています。しかし、マッハツェンダ変調器を正弦波RF信号で変調するだけでは平坦な光周波数コムを発生することはできません。変調器へ印加する正弦波RF信号に加えて、その2次高調波を同時に印加することで側帯波強度を制御して平坦な光周波数コムが発生可能であることを明らかにし、強度変動が0.5dB以下の10チャンネル以上の光周波数コム発生に成功しています(図2(b)) [3]。

### 【参考文献】

- [1] A. L. Riesgo et al., J. Lightwave Technol., 34, 8, 1800 (2016).
- [2] K. Aoyama et al., Photo. Technol. Lett., 27, 4, 340 (2015).
- [3] N. Yokota et al., Opt. Lett., 41, 5, 1026 (2016).

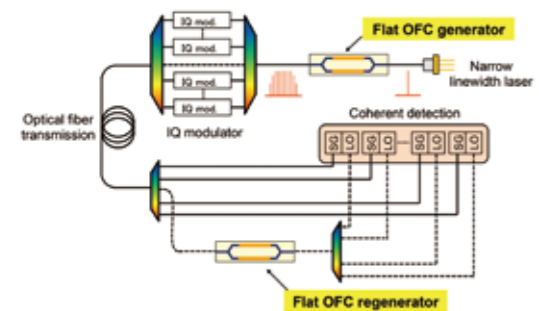


図1 伝送容量可変な光デジタルコヒーレント通信システムの例

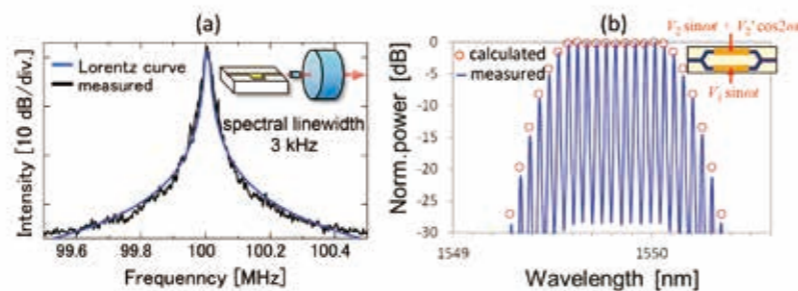


図2 (a) 狭線幅レーザー光源のスペクトルと (b) 平坦な光周波数コムスペクトル



東北大学電気通信研究所  
教授

八坂 洋

研究室メンバー(平成28年12月現在):

教授 八坂 洋 工学博士

助教 横田 信英 博士(工学)

研究室 Web ページ:

<http://www.yasaka.riec.tohoku.ac.jp/>

# 熊本地震への 対応

平成28年4月に発生した熊本県熊本地方を震源とする地震では、震度7の地震が連続して発生し、熊本県を中心に甚大な人的・物的被害が生じました。電力、ガス、水道、通信といったライフラインも大きな被害を受け、通信インフラは、固定系で最大約2,100回線が不通、移動系では熊本県内の基地局の約1割にあたる最大約400局の基地局が停波しました。

総務省では、発災後直ちに、電気通信事業者との間の非常用連絡システムを活用して、通信インフラの被災状況を迅速に把握・集約するとともに、移動通信機器の貸出し等により、被災地の通信環境の確保に努めました。

具体的には、①総務省が災害対策用に備蓄している簡易無線機、MCA無線機及び衛星携帯電話の地方公共団体への貸出し(計82台)、②防災行政無線中継局や屋外に設置された災害対策本部の通信設備等への電力供給のための移動電源車の派遣(計4台)(写真1)、③庁舎の損壊のため、市役所機能を移転した地方公共団体において、臨時庁舎の臨時内線ネットワークとして利用するためのICTユニット\*の貸出し(写真2)を実施しました。情報通信関係の特別相談窓口の設置や政府現地対策本部への職員の派遣等も行いました。



写真1 移動電源車

また、総務省では、主要な電気通信事業者や業界団体に対して、通信インフラの早期復旧とともに、避難所における特設公衆電話の開設、公衆無線LAN(Wi-Fi)の利用開放、携帯電話用充電器の配備等について要請し、官民挙げて通信環境の確保・復旧に取り組みました。

通信インフラの復旧については、固定系は迂回ルート確保等により3日間で、移動系については、役所や避難所のエリアは5日間程度、それ以外のエリアについても2週間程度で震災前と同等のサービスエリアに回復しました。今回の地震では通信インフラは比較的早期に復旧しましたが、社会経済活動上重要であり、災害対応を行う上でも不可欠な基盤であることから、総務省では、引き続き電気通信事業者等と連携して災害時の通信環境の確保に取り組んでいくこととしています。

\*: 災害時に迅速に通信ネットワークを応急復旧させることが可能なWi-Fi AP、小型サーバ、バッテリー等を搭載した手持ちで搬入可能な通信設備。Wi-Fiエリア内にあるスマートフォン等同士で、普段使用している電話番号により、通信キャリアに関係なく、無料で内線通話や電話会議が可能。

(総務省 総合通信基盤局 電気通信技術システム課)



写真2 ICTユニット

## ソフトウェア無線技術を用いた可搬型マルチモード VSAT を LASCOM 宮城県局として運用開始 平成28年6月

電気通信研究機構では、総務省・委託研究「災害時に有効な衛星通信ネットワークの研究開発」の一環として、大規模災害時においても衛星通信システムにより通信回線確保を円滑に行うための研究開発を富山高専門学校、スカパー JSAT 株式会社、株式会社アイ・エス・ピー、株式会社サイバー創研と共同で行いました。これまで、開発した可搬型 VSAT を用いたデモンストレーションを主に全国の自治体向けに行い、参加者から意見を頂いてまいりました。その中でも、特に今後の導入を考えている多くの自治体関係者からは、自治体衛星通信機構 (LASCOM) 地

域衛星通信ネットワークを用いた、より実運用に近いデモンストレーションの実施を強く望まれました。そのため、LASCOM や宮城県のご協力を得まして、本研究開発の成果であるソフトウェア無線技術を用いた可搬型マルチモード VSAT を LASCOM ネットワークの宮城県可搬局として登録し、運用を開始しました。登録された VSAT 局を用いて、今後は LASCOM ネットワークを用いた実証実験や宮城県をはじめとした全国自治体向けへのデモンストレーションを行ってまいります。(末松 憲治)



## フィリピン・セブ島にて通信エリア拡大技術の実証実験を実施 平成28年8月2日

電気通信研究機構長・加藤寧教授の研究グループが、フィリピン・セブ島にて災害時の通信エリア拡大技術の実現に向けた実証実験を行いました。加藤教授の研究グループは災害環境に適したネットワークを自動的に構築する技術の開発を目指しており、戦略的イノベーション創造プログラ



ム：レジリエントな防災・減災機能の強化の一環として、今回の実験では NTT 未来ねっと研究所の全面的な協力のもと、通信圏外地域における被災者情報の収集

を想定した一般市民参加型の実証実験を行いました。実証実験では、本研究グループで研究開発を行っている「端末間通信を用いた通信エリア拡大技術」を用いることによって、通信圏外地域の被災者安否情報を災害対策本部へ集約することに成功しました。また、参加した一般市民のアンケート調査を通じて、通信エリア拡大技術が災害時の情報集約に役立つだけでなく、インターネット接続が無い環境での通信手段として需要があることを確認しました。「端末間通信を用いた通信エリア拡大技術」による災害時の情報集約の実現可能性を示した本実験の取り組みは高く評価され、現地市長から感謝状が授与されました。今後は、アンケート結果により明確となった技術的課題や機能的課題をもとに、通信エリア拡大技術の実用化に向けて研究開発を実施する予定です。

(西山 大樹)

## 宮城県主催・石巻市共催 「男女共同参画・多様な視点からの防災実践講座」

平成28年11月2日

電気通信研究機構の西山准教授と塩崎副機構長は、石巻市総合福祉会館「みなと荘」で開催された「男女共同参画・多様な視点からの防災実践講座」に参加し、電気通信研究機構の耐災害に向けた取組を紹介しました。

この防災実践講座は、東日本大震災を教訓として、性別、年齢、障害の有無、国籍などに考慮した多様な視点での防災・減災の取組の必要性を周知・啓発することを目的に宮城県が開催したもので、当日は石巻市民や防災関係者の方々など約 50 名が参加しました。

講座では、電気通信研究機構の具体的な取組成果を実際に見ていただくために、アタッチケース型の「移動型 ICT ユニット」と「スマホ de リレー」のデモンストレーションを行いました。移動型 ICT ユニットについては、平成 28 年 4 月に発生した熊本地震で実際に利用されたことを紹介しつつ、移動型 ICT ユニットを用いたスマートフォンからの無料通話のデモンストレーションを行いました。また、スマホ de リレーについては、西山准教授が概要を説明した後、加藤・西山研究室の学生達が参加者の前でスマホ de リレーを使ってスマートフォンからテキストメールを送信したり、その場で撮影した写真を送付したりするデモンストレーションを行い、大きな関心を集めました。今般、大変貴重な情報発信の機会を与えてくださいました宮城県に心より御礼申し上げます。(塩崎 充博)

## ICL/ITRIとの MoU延長の署名式

平成28年11月29日

平成 25 年 11 月に台湾工業技術研究院 (ITRI) と MoU を締結し、情報通信研究所 (ICL) と協力して耐災害 ICT 分野の研究を進めてきました。MoU 延長署名式の前日に、両者のこれまでの耐災害 ICT 研究成果を議論するため、ワークショップを開催しました。今後も、定期的に意見交換を行うと共にワークショップなどを開催する予定です。(岩月 勝美)

## 編集後記

昨年は、我々が想定していない地域での地震や台風による自然災害が発生し、災害に対する備えの大切さを改めて認識しました。災害時にも、平時から使い慣れた通信機器が活用できるよう、耐災害 ICT 研究成果の社会実装に工夫を凝らしたいと思っています。(1)

編集委員 (敬称略 五十音順) 安達 文幸 / 石川 いずみ / 伊藤 保春 / 岩月 勝美 (委員長) / 北形 元 / 塩崎 充博 / 末松 憲治 / 中沢 正隆

## お問い合わせ

ROEC

東北大学電気通信研究機構

〒980-8577 仙台市青葉区片平二丁目 1-1 電気通信研究所本館内  
TEL/FAX ● 022-217-5566 URL ● <http://www.roec.tohoku.ac.jp/>

