

電気通信研究機構 NEWS

Volume **05**

Research Organization of Electrical Communication
Tohoku University

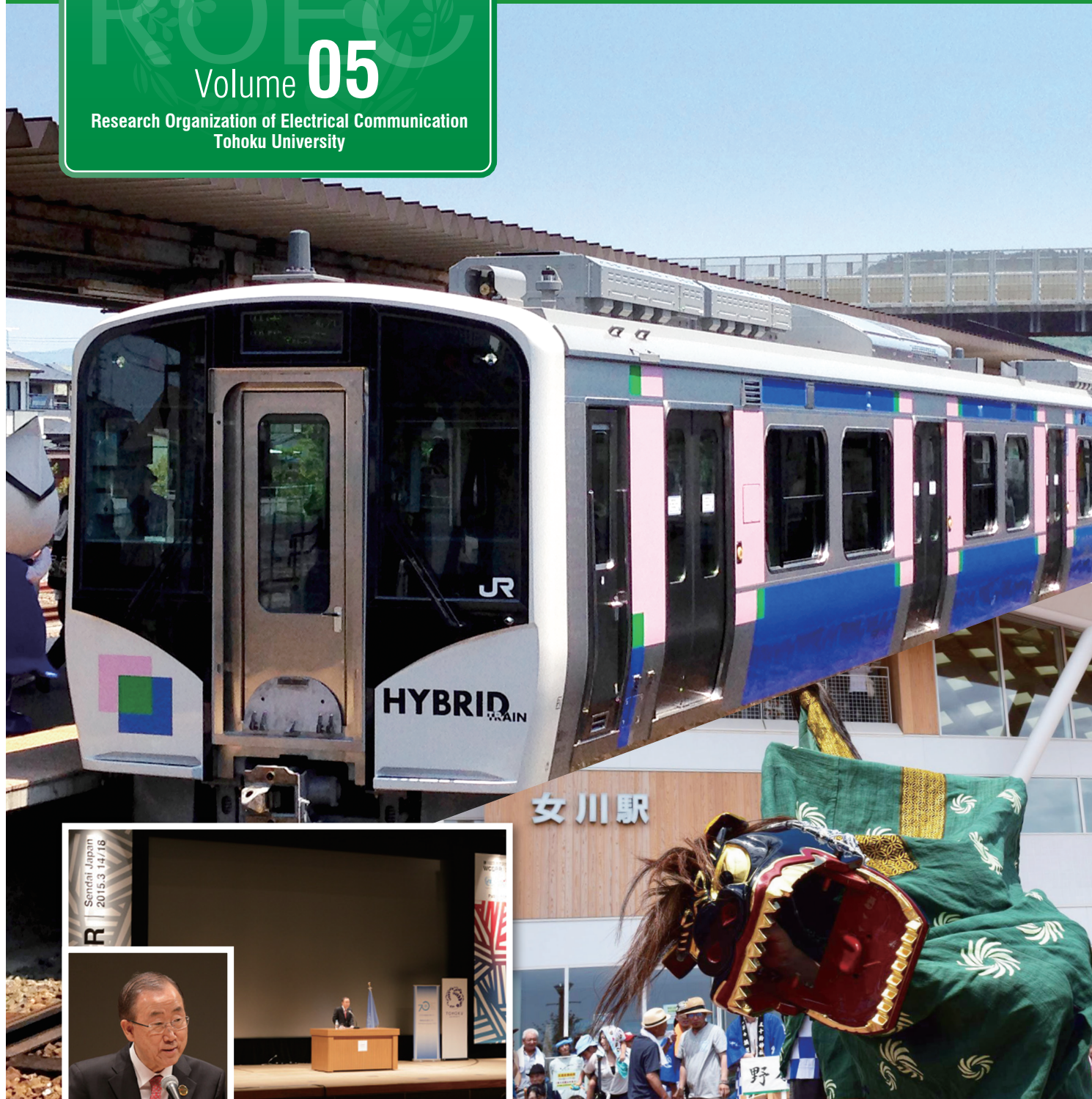
CONTENTS

- 02 (頁) 新機構長挨拶／機構長を終えて
 - 03 プロジェクト紹介
 - 06 研究最前線
 - 07 第3回国連防災世界会議の報告
 - 08 What's New
- ICTユニットの取り組み／
平成27年度「情報通信月間」東北総合通信局長表彰受賞／
先端技術大賞特別賞受賞／
電子情報通信学会スマート無線研究専門委員会・2014年技術特別賞受賞



NOVEMBER 2015

東北大学 電気通信研究機構ニュースレター



上: 新設された仙石東北ライン

下: 女川駅舎開設を祝う獅子舞い

写真提供: 公益社団法人 みらいサポート石巻

パン・ギムン国連事務総長講演(国連防災世界会議)

巻頭言

新機構長挨拶

東北大学電気通信研究機構長

加藤 寧



2015年10月1日より、機構長を拝命致しました。東日本大震災の教訓を活かし、「災害に強い情報通信ネットワーク」を実現すべく、4年前に電気通信研究機構が設立されました。初代機構長中沢正隆教授のリーダーシップのもと、東北大学の電気・情報系が丸となり、産学官連携により、様々な成果を上げ、着実な第一歩を踏み出すことができました。これまでの皆様方のご支援に改めて感謝を申し上げる次第です。

これまでの4年間を振り返ってみますと、総務省の耐災害 ICT 関連のプロジェクト等の重要な成果として、災害時の情報伝達を実現する屋外音声伝達システム、自然言語処理による災害対応支援システム、「スマホ de リレー」、災害時に生き残ったネットワークが連携して通信を確立する重層的ネットワーク技術、ネットワークの早期復旧を実現する ICT ユニット関連技術や衛星通信システム (VSAT)、等が挙げられます。これらの技術開発により、発災直後の避難誘導、災害に対するネットワークの頑健度、また被災地における臨時ネットワークの展開などにおいて、画期的な耐災害性の向上が見られました。これらの成果は国内外に発信され、本分野の技術の確立に大きく寄与するとともに、社会実装に向けた着実な取り組みが展開されています。

電気通信研究機構設立時に、最初の5年間 (第1期) は既存の ICT 技術をベースとした耐災害 ICT 研究開発とその社会実装を、次の5年間 (第2期) は産学官連携による最先端レ

ジリエンス ICT の研究開発を推進する研究開発計画を立案しました。第2期では、飛躍的にレジリエンスを高めた情報通信技術の研究開発を行うと同時に、得られた成果を産学官連携により社会実装していく必要があると考えております。

あらゆるものがネットワークに繋がり、多種多様で膨大なデータがネットワークを介してクラウドで処理され、ウェアラブルデバイスを身に着ければ、自分の健康状態や身の回りの環境が可視化、スマート化される日常が当たり前になる日は、もうそこまで近づいています。空気や水と同じようにネットワークが日常生活に不可欠な近未来では、災害時にも普段通りに情報提供ができる災害に強い情報通信ネットワークの実現は社会的要請であり、最先端レジリエンス ICT の追究によるレジリエンス ICT 工学の創始は、アカデミアとしての重要な使命のひとつと認識しております。

震災発生から4年半が経ち、人々の記憶からあの日が徐々に薄れていく中、「転ばぬ先の杖」として、災害に強い情報通信ネットワークの必要性を社会的コンセンサスとして定着させることが何より大事です。そのためには、使いやすい技術の提供による容易な現場導入はもとより、「備えがあれば憂いなし」という先人の教えを今一度確認し、産学官一体となって更なる研究開発の推進とその成果の社会実装を図っていく必要があります。皆様方の一層のご指導、ご支援を頂きますようお願い申し上げます。

電気通信研究機構長を終えて

東北大学電気通信研究所 教授
中沢 正隆

電気通信研究機構の設立は、2011年3月11日に発生した東日本大震災の際、被災地の中核大学として東北の復興と更なる発展を先導する責務を果たすことでありました。東北大学電気・情報系は約80の研究室から構成される大きな集団であり、その研究開発分野は多岐に亘ります。個別の研究室では到底実現できない複雑な情報通信ネットワークを、産学官連携のもと部局を越えて協力し、災害に強い情報通信システムを実現していくことが機構のミッションでした。震災の2ヶ月後の5月13日に前総長・副学長と相談を開始し、10月1日付けで耐災害に関する新たな部局として発足させて頂きました。学内で一番早い組織の対応でした。現在約50名の教授・准教授で構成されていますが、当時からの「東北復興と更なる飛躍」に向けた構成員の皆さんの意気込みと熱い気持ちに改めてこの場をお借りしてお

礼申し上げます。

この組織の発足と同時に NICT による耐災害 ICT 研究センターの設立があり、また総務省の大きな補正予算により、耐災害 ICT の技術開発が急速に進みました。この4年半の間には様々なプロジェクトの人が仙台に集まり、産学官連携で技術開発を行う中で、知の連携のような一研究室の運営では持ち得なかった一体感が生まれたのを憶えています。

今でも毎年大きな災害が各地で起きています。我々の生活は耐災害 ICT と無縁ではいられないのです。その意味で今後第2期の「革新的耐災害 ICT の研究開発」に向けて社会実装も含めて機構が益々発展することを祈念して退任のご挨拶とさせていただきます。長い間有り難うございました。

プロジェクト紹介

耐災害拠点を核とした
アクセスネットワーク
面展開の研究開発

東北大学大学院情報科学研究科 教授

加藤 寧

災害時における迅速な情報配信を可能にするためには、アクセスネットワークの迅速な構築が必要不可欠です。被災を免れた通信基地局やデジタルサイネージ、災害直後に展開可能なICTリソースユニットやDTN (Delay Tolerant Network) ステーションなどを起点として、アクセスネットワークを面展開する技術が求められます。災害時には、既存インフラの機能停止や電力供給の遮断が予想

されるため、通常時とは異なり、状況に応じて動的な構成変更・規模拡張機能を有した高度なアクセスネットワーク技術が必要です。本プロジェクトでは、四つの研究室が連携し、図に示すように、最適なネットワーク構成を実現する動的制御技術、ならびに通信環境の変化に追従した無線リソース割り当て制御技術を軸として、拠点間の光回線接続の高度化、ならびに拠点間システムの管理運用技術に至るまで、アクセスネットワークの面展開に必要な要素技術を幅広く研究しています。

最適なネットワーク構成に関する研究(加藤(寧)教授・西山准教授)では、ゲートウェイ選択技術、無線アクセスポイント(AP)装置間接続技術、端末間マルチホップ通信技術の3要素について検討を行っています。ゲートウェイ選択技術についての初期検討を進め、これまでに動的制御の対象となる制御パラメータの

選定を完了しています。動的無線リソース割り当て技術に関する研究(安達教授)では、自律分散動作でありながら、被災エリアに存在する利用可能なAPの密度の動的変化に対応し、常に干渉を最小化するような安定したチャネル再利用パターンを形成することに成功しています。提案した棲み分けアルゴリズムを用いることで、アクセスネットワークの柔軟な面的展開が可能になります。光回線接続技術に関する研究(中沢教授・廣岡准教授)では、120 Gbit/s (10 Gsymbol/s)、64QAM 信号を光統合ノードに接続し、ノードでの品質劣化を生じることなく50 km 伝送できることを確認しています。システム管理運用技術に関する研究(木下教授・北形准教授)では、知識ベースの管理負担の軽減に関して、集中していたシステム管理知識をサービス毎に構造化することが有効であるとの検討結果が得られています。

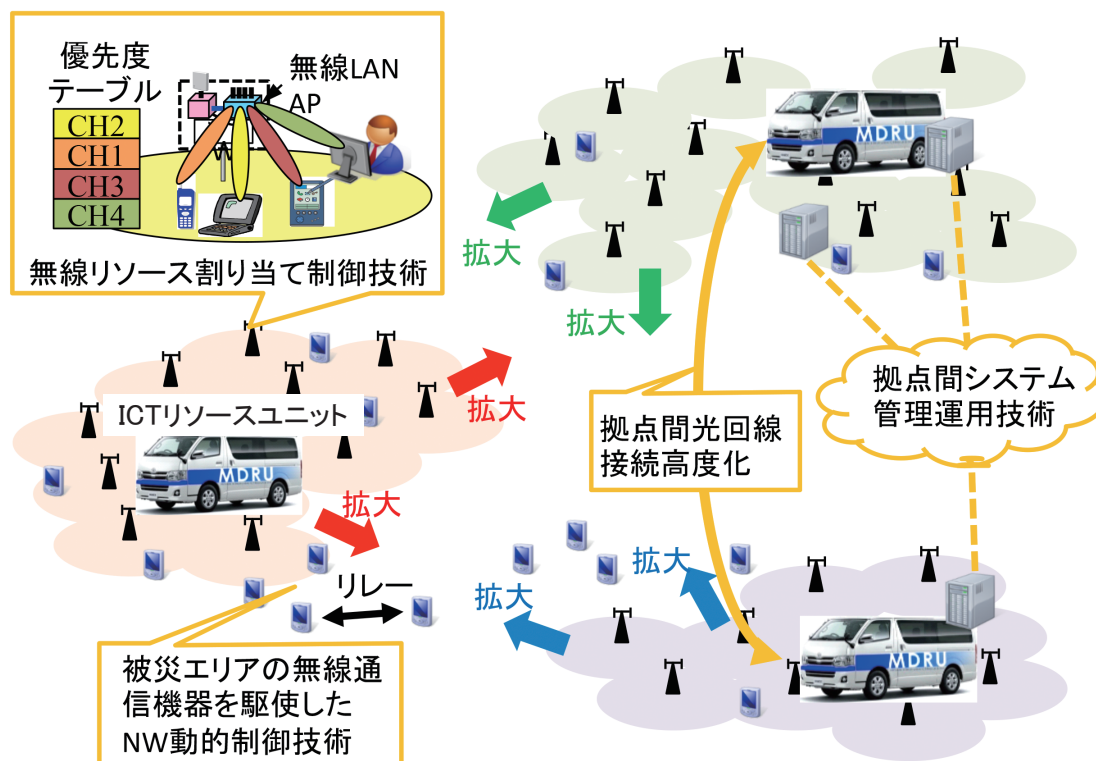


図 アクセスネットワークの面展開に必要な要素技術

複数地上局と 複数UA局からなる 巨大MIMO時空間 符号化信号中継技術

東北大学大学院工学研究科 教授

安達 文幸

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、高度情報化社会になって私たちが初めて経験した大震災であり、通信ネットワークが寸断され通信手段を失って孤立した地域が発生して大混乱に陥ってしまいました。孤立地域に臨時通信回線を迅速に提供する方法の一つとして、滑走路が不要でラジコン操縦技術がなくても手軽に運用・自律飛行できる小型の無人飛行機 (UA) システムを活用した災害時無線中継システムの活用が期待されています。

平成 25~27 年度の 3 年間にわたり、情報通信研究機構 (NICT) を中心として東北大学、電子航法研究所、KDDI 研究所、日本電気株式会社が協力して、総務省委託研究「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携および共用技術の研究開発」を進めています (機構ニュース第二号の記事「孤立地域を上空からつなぐ小型無人飛行機を活用した無線中継システム」を参照)。東北大学からは加藤寧教授と安達教授の 2 つの研究グループが参加し、複数 UA を用いた対地上の高速かつ安定した中継技術の確立を目指し、遅延許容 UA ネットワーク構成技術 (加藤教授グループ) および複数地上局と複数 UA 局からなる時空間符号化 (STBC: Space-Time Block Coding) 中継技術 (安達教授グループ) に関する研究開発を進めています。

本記事では、STBC 中継技術について紹介します。複数 UA を用いる無線中継は、孤立地域に通信手段を迅速に提供できると期待されています。しかし、地上局-UA 間リンクは距離変動や他の無線通信システムからの干渉によって通信品質が時々刻々と変動する不安定なリンクになるため、これを安定化する技術の採用が不可欠です。そこで期待されるのが STBC 中継技術です。図 1 に STBC 中継の概念図を示します。STBC 中継では、孤立地域と非孤立地域の上空に複数 UA を滞空させ中継を行います。各 UA では単純な無線信号処理 (複素共役演算と信号順序入れ替え) と増幅中継を行うのみで高い空間ダイバーシチ効果を得るので、UA の中継器構成を簡易に保ちつつ高品質・高安定な無線中継システムを実現できます。STBC 中継

が設計通り動作することを室内実験で確認しました。実験の様子を図 2 に示します。今後は STBC 中継が実伝搬環境で動作することを屋外実験により実証する予定です。

本研究開発によって得られた新たな知見や技術成果を学術的国際会議等を通じて国内外に広く発信することにより、日本と同じように過去に大きな災害を経験した地域や、潜在的に大きな災害リスクを抱えるアジア、東南アジア等の地域への本研究開発成果の普及促進に貢献することを目指しています。

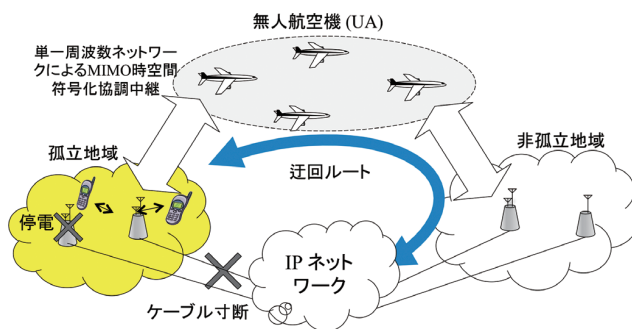


図1 STBC中継の概念図



図2 室内実験の様子

超大規模モバイル アプリケーションのための 次世代コグニティブ セキュリティ技術

東北大学大学院情報科学研究科 教授

加藤 寧

東北大学大学院情報科学研究科 准教授

西山 大樹

IoT (Internet of Things) の幕開けとともに、ネットワーク性能の向上と様々なモバイルアプリケーションに対するセキュリティが大きな課題として顕在化しています。特に、異種ネットワークが混在し、様々なサービスが提供される大規模モバイルネットワークでは、より強固な認証方式やプライバシー保護のためのシステムが必要とされます。このような背景を踏まえ、超大規模モバイルアプリケーションのための次世代コグニティブセキュリティ技術では (1) モバイルアプリケーションのた

めの高精度かつ強固なセキュリティ技術、(2) 多数のデバイスとの効率的な通信を実現するネットワーク技術の2つの課題を、米国バージニア工科大学のチームと連携して研究を行っています。

主として、上記 (2) を担当する東北大学の加藤・西山研究室では、膨大な数の各種デバイスから環境情報を効率的に収集するための通信方式の研究を行っています。図に示すように、携帯電話やスマートフォン等のモバイル端末で構成されるネットワークや車々間通信による移動体ネットワーク、医療やヘルスケア分野での近距離無線通信によるボディアエリアネットワーク、種々のセンサを利用した環境観測ネットワーク等、多様なネットワークが混在しています。さらに、高機能なスマートフォンやタブレット端末の普及に伴い、基地局を介さず、端末同士が直接通信を行う Device-to-Device (D2D) 通信も登場し始めています。それぞれのネットワークに接続される端末数の爆発的な増加に伴い、複数の端末からの同時アクセスに

よる輻輳の発生や、異なる通信方式を持つネットワーク間の通信によって発生する通信効率の著しい低下など、様々な技術課題が顕在化しています。このため、多様なネットワークが混在する環境下で、効率的に環境情報を収集する新たな通信方式の実現が必要となります。

輻輳を回避し、多端末との同時通信が可能で、異種ネットワーク間での効率的な通信を実現するための新たなプロトコル創出には、解析モデルの構築が重要です。異種ネットワークが混在し、様々なモバイルデバイスが存在する環境について、技術課題の明確化と必要とされる機能・性能の検討を進めています。その際、モバイルデバイス数やその存在密度、移動速度、通信方式、通信速度などの各種パラメータを考慮し、解析対象のモデリングを行っています。最終的には、その検討結果を踏まえ、ネットワークリソースの有効利用と多数のモバイルデバイスとの効率的な通信とを実現する通信方式を確立します。

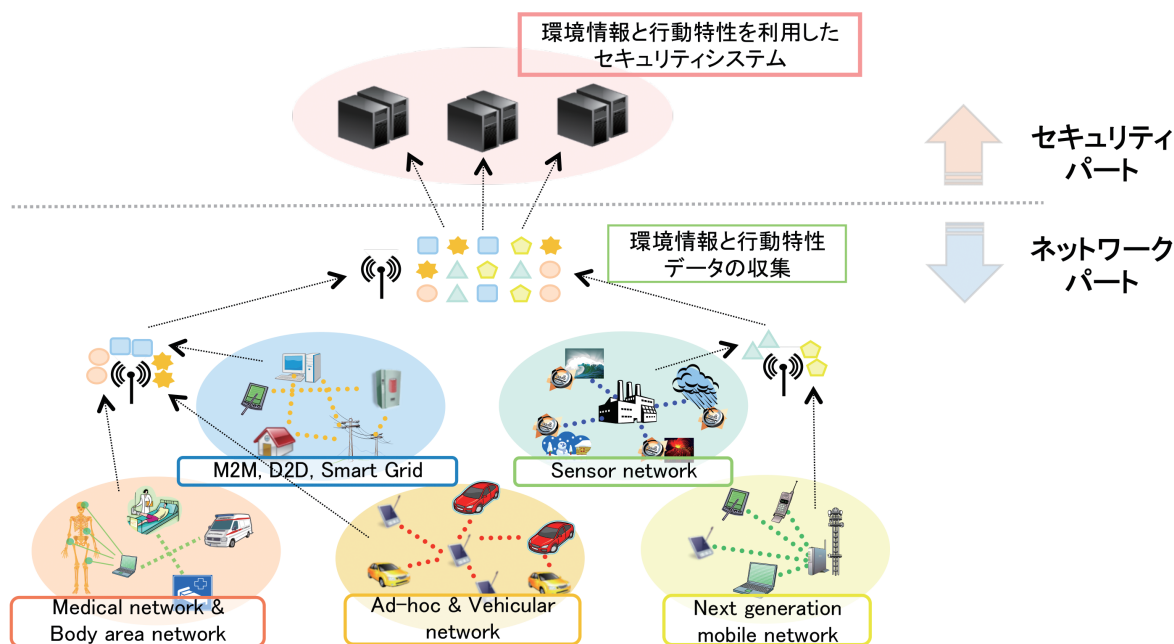


図 多様なネットワークによる環境情報の収集と利用

Project report

研究最前線

エクサビットを目指した 革新的光通信技術の研究展開

東北大学 電気通信研究所
超高速光通信（中沢・廣岡・吉田）研究室

国内のインターネットトラフィックは年率40%の勢いで増加を続けており、20年後には現在の約1000倍に増大すると予想されています。我々は、ペタ～エクサビット級の大容量光通信インフラを支える革新的な伝送技術として、超高速光ナイキストパルス伝送、超多値コヒーレントQAM（Quadrature Amplitude Modulation）光伝送、ならびにその基盤となる高安定なCW（連続波）およびモード同期パルスレーザ、マルチコアファイバ等の研究開発に取り組んでいます。

光ネットワークの超大容量化には、1波長あたりの伝送速度の高速化と同時に周波数利用効率の向上が重要な課題となっています。しかしながら、超短光パルスを用いた高速伝送では広い帯域を必要とするため、高速化と高効率化を同時に実現することは困難でした。そこで我々は、隣接パルスどうしが重なり合っても互いに干渉しない新たな光パルス「光ナイキストパルス」を提案しています。このパルスを用いて、幅が広く帯域

の狭いパルスでも超高速伝送が実現できることを実証しました。これにより、1波長で1 Tbit/sを超える高速伝送であっても10 bit/s/Hzを上回る周波数利用効率を実現しています。現在、科研費の特別推進研究において本技術の研究開発を進めています。

高速化と並行して、周波数利用効率の向上を目指したコヒーレント多値伝送技術の研究にも精力的に取り組んでいます。特に、振幅と位相の両方に同時に情報を乗せるQAM技術は、無線分野ではシャノンの限界に最も近い高効率な変調方式として知られています。我々は光通信でQAMを初めて実現し、最近では世界最高の多値度である2048QAMの超多値デジタルコヒーレント伝送に成功しています（図1）。これにより15 bit/s/Hzを上回る周波数利用効率を達成しました。

またその一方で、このデジタルコヒーレント伝送技術の優れた特徴を活かして、災害に強いネットワークを構築するた

めの基盤技術にも力を注いでいます。ネットワークの耐災害性の向上にあたっては、トラフィックの急増や回線障害、中継器の電源喪失状況に応じて、変調方式を柔軟に切替可能な光伝送技術の実現が重要となります。デジタルコヒーレント方式は光デバイスの構成を変えることなくプログラマブルな電子回路により様々な多値度の変復調に対応できるため、変調方式の動的制御に適した伝送方式といえます。我々は多値度を瞬時に切替可能なデジタルコヒーレント光送受信器を開発し、その適応的容量可変伝送に成功しています。また最近では、デジタルコヒーレント技術と無線通信との高い親和性に着目し、光と無線をフルコヒーレントに融合した次世代アクセスネットワークの研究もスタートさせています（図2）。両者をコヒーレントに融合させることにより、災害時でも光と無線でネットワーク資源を柔軟に融通させることができ、耐災害性の向上に大きく貢献できるものと期待されます。



東北大学電気通信研究所
教授

中沢 正隆

研究室メンバー（平成27年9月現在）：

教授 中沢 正隆 工学博士

准教授 廣岡 俊彦 博士（工学）

准教授 吉田 真人 博士（工学）

助教 葛西 恵介 博士（工学）

研究室 Web ページ：

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

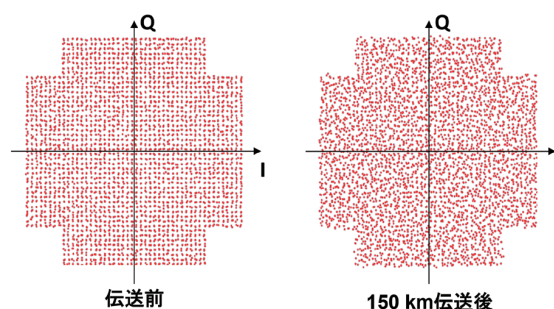


図1 2048QAMコヒーレント光伝送

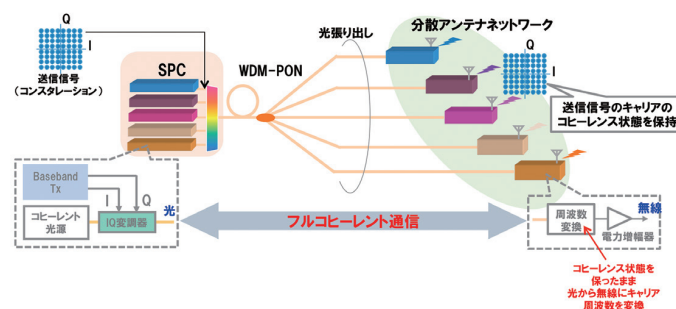


図2 光と無線をコヒーレントに融合した次世代アクセスネットワーク

第3回 国連防災 世界会議の報告

2015年3月14日から18日まで、仙台市で開催された第3回国連防災世界会議には、187か国から、首脳クラス25人、閣僚クラス100人以上、6,500人以上が参加し、本体会議とあわせて約400件のイベントや展示などが開催され、延べ15万6,082人（仙台市発表）の参加者がありました。東北大学災害復興新生研究機構の8プロジェクトの一つである電気通信研究機構は、災害復興新生研究機構主催のパネル展示及びシンポジウム、総務省主催の展示・デモ、及びNICT耐災害ICT研究センター主催のシンポジウムで、これまでの活動内容を発表しました。

■ 災害復興新生研究機構主催のパネル展示

総合フォーラム会場の川内萩ホール（2F会議室）にて、東北大学災害復興新生研究機構の8つのプロジェクトの1つとして、その活動内容をパネル展示しました。5日間



写真1

の開催期間に、来場者が約1,400名あり、東北大学の震災復興への取り組みに対する高い関心がうかがえました。写真1は電気通信研究機構のパネル展示です。

■ 災害復興新生研究機構主催のシンポジウム

3月15日に東京エレクトロンホールで開催された本シンポジウムには、1,500名の参加があり、パン・ギムン国連事務総長の特別講演に続き、東北大学災害復興新生研究機構の8プロジェクトの各リーダーを中心に、学外からハーバード大学のアンドリュー・ゴードン教授、日本IBMの橋本副会長を交えて、「大震災と減災対策」、「産業と暮らし」、「人と医療」の3つのテーマで、パネルディスカッションが



写真2

行われました。写真2は中沢電気通信研究機構長による電気通信研究機構の取り組みの紹介です。

■ 東北大学ディスカッションツアー

5日間の開催期間中に、本体会議参加者に対し、東北大学の取組みを各キャンパス（片平、星稜、川内、青葉山）の研究施設で見学する4つのディスカッションツアーでは、約27人の参加者があり、それぞれの研究成果に対し、強い関心が示されました。3月16日の片平キャンパスにおけるディスカッションツアーでは、電気通信研究機構の概要とこれまでの主な取り組み（VSAT、スマホdeリレー、自然再生エネルギーによる電源確保）を情報通信研究機構耐災害ICT研究センターの取り組み（メッシュネットワーク、移動衛星地球局）と共にパネル展示しました。写真3は安達教授による電気通信研究機構の概要説明です。



写真3

■ 総務省主催のパネル展示・デモ

本体会議が開催された仙台国際センターの総務省ブースでは、耐災害ICT研究開発の成果がパネル展示されました。電気通信研究機構からは、災害時に有効な衛星通信ネットワークを実現するソフトウェア無線によるマルチモードVSAT 屋内装置と可搬型自立式VSAT 装置を展示し、デモを行いました（写真4）。初日に来訪された高市総務大臣をはじめ、世界各国の政府・防災関係者に対して、我が国の世界最先端の耐災害ICT研究開発成果を紹介しました。



写真4

■ 耐災害ICT研究シンポジウム

3月16日に開催されたNICT耐災害ICT研究センター主催の「耐災害ICT研究シンポジウム 耐災害ICTの研究成果の社会展開」では、産学官連携体制による耐災害ICT研究協議会の活動や社会実装、アジア諸国の災害対策等について、海外からの講演者を含めた基調講演とパネルディスカッションが行われました。電気通信研究機構からは、末松教授が「超小型衛星通信地上局の開発と成果展開」と題した講演とパネルディスカッションを行いました（写真5）。



写真5

ICTリソースユニットの取り組み

NTT 未来ねっと研究所が中心となって研究開発を推進した ICT リソースユニットが、平成 27 年度防衛白書、外務省ホームページ「質の高いインフラ事例集」に取り上げられました。ICT リソースユニットの社会実装に一段とはずみがつくものと思われます。（岩月 勝美）

●平成 27 年度防衛白書

http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/pdf/H27_honbun_1-5bu.pdf

●外務省ホームページ「質の高いインフラ事例集」

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000083884.pdf>

平成 27 年度「情報通信月間」東北総合通信局長表彰を受賞

平成 27 年 6 月 1 日

末松憲治教授が、平成 27 年度「情報通信月間」東北総合通信局長表彰を受賞しました。災害時における緊急重要通信や安否確認などに活用が期待される「簡易な操作で設定が可能な可搬型



小型地球局」を開発するなど、災害に強い情報通信技術の確立への多大な貢献が認められ、この度の受賞となりました。（亀田 卓）

先端技術大賞特別賞受賞 平成27年7月8日

西山大樹准教授が、NTTドコモならびに構造計画研究所と共同で「第29回独創性を拓く先端技術大賞産学連携部門特別賞」を受賞しました。この賞は、優れた研究成果を挙げた企業・研究機関などの若手研究者に対して与えられる賞で、産学官の連携及び若手技術者の育成を目的としたものです。今回、スマートフォン同士の直接通信を可能にする「スマホ de リレー」の研究成果が高く評価され、受賞に至りました。安心・安全な社会の実現に寄与することが期待されます。授賞式は 7 月 8 日、高円宮妃久子さまをお迎えし、東京・元赤坂の明治記念館で行われました。

西山准教授は「このたびは大変栄誉ある賞を賜り光栄に存じます。関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。東日本大震災の経験を糧とし、災害時でも利用可能な通信システム「スマホ de リレー」の早期実用化に向け、今後も邁進して参ります。」とのコメントを発表しました。（岩月 勝美）



末松憲治教授と亀田卓准教授が電子情報通信学会スマート無線研究専門委員会・2014 年技術特別賞を受賞 平成 27 年 5 月 28 日

電子情報通信学会スマート無線研究専門委員会では、毎年最も優秀な技術展示を行った発表者に技術特別賞を授与しています。今回の受賞内容は「災害時に有効な衛星通信ネットワーク：ソフトウェア無線技術を用いたマルチモード VSAT の開発」によるものです。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行いました。開発した装置はソフトウェアを切り替えることで複数の衛星通信方式に対応可能です。また、被災者自身が装置を簡単に起動させることができ、スマートフォンなどを用いて衛星回線経由でインターネットへアクセスできます。本開発装置を用いて、東日本大震災で大

きな津波被害を受けた宮城県山元町にて実証実験を行いました。本研究開発は総務省の委託研究「災害時に有効な衛星通信ネットワークの研究開発」の一環として電気通信研究機構において行われ、富山高等専門学校、スカパー JSAT 株式会社、株式会社アイ・エス・ビー、株式会社サイバー創研と共同で行われました。（末松 憲治・亀田 卓）

編集
後記

2002 年以来 13 年ぶりに、7 月上旬の梅雨時期に台風が 3 つも発生しました。梅雨期の台風は大雨をもたらし、洪水や土砂災害をもたらすと言われています。9 月の大雨は常総市や大崎市に大洪水をもたらしました。我が国における風水害の被害額は、津波、地震について大きなものとなっています。風水害に対しても、ICT による危機管理の高度化が重要と思います。（1）

編集委員（敬称略） 安達 文幸／石川 いずみ／伊藤 保春／岩月 勝美（委員長）／北形 元／坂中 靖志／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

TEL/FAX ●022-217-5566 URL ●<http://www.roec.tohoku.ac.jp/>

リサイクル適性(A)
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

GREEN PRINTING JAPAN
この印刷物は、環境に配慮した
製法により生産されています。

RICE
INK