

ROEC NEWS

TOHOKU UNIVERSITY
RESEARCH
ORGANIZATION OF
ELECTRICAL COMMUNICATION

MARCH 2019

12



CONTENTS

[巻頭言]

電気通信研究機構への期待

[プロジェクト紹介]

周波数有効利用のための

IoTワイヤレス高効率広域ネットワークスキャン技術の研究

Beyond 5Gに向けたモバイル収容大容量光アクセスインフラの研究開発

[研究最前線]

[TOPICS]

[WHAT'S NEW]

【巻頭言】

電気通信研究機構への期待



早稲田大学
研究戦略センター教授

早稲田大学
グリーン・
コンピューティング・
システム研究機構長

松島 裕一

Yuichi Matsushima

「今年の漢字」が年の瀬の12月12日(漢字の日)に公表されます。これは日本漢字能力検定協会が主催し、日本全国から公募によって決定され、その年の世相を反映する指標ともいわれています。24回目に当たる2018年の漢字は「災」に決定したと報道されました。「災」は2回目で2004年にも採択されています。この年は新潟県中越地震、台風豪雨など自然災害が多く発生したためと推測されます。2018年も同様に、豪雪/豪雨、大阪/北海道での大規模な地震など多くの種類の自然災害に頻繁に見舞われた年でした。今やわが国では「天災は忘れた頃に来る」(寺田寅彦の伝説の警句といわれています)の時代ではなく、残念ながら「天災は忘れる間もなく来る」時代に入りつつあると感じます。私は気象学/地震学の専門家ではありませんが、これは世界的には地球温暖化から派生する各種の異常気象や、南海トラフ地震などが活動期を迎えている諸事情がその要因と思われます。我が国の狭い国土に多くの種類の自然災害が確実に頻度を上げて迫ってきている時代に入ったと危惧しております。

現在の広く普及した情報通信システムは電気・ガス・水道などと同等に重要かつ日常生活においては不可欠な社会インフラです。当然、被災時においても情報通信システムが強靱であれば、被災状況の迅速で統合的な把握や避難指示の適切な配信が可能となり、被災時やその直後における被害の拡大を抑制する有力な手段となります。しかしながら、東日本大震災のような大きな災害時においては、通信線路や設備の損傷による通信の遮断、電源喪失による通信機能停止、通信需要の逼迫によるネットワークの輻輳・不全が発生し、災害時における情報通信システムの脆弱性が露見しました。

2011年の東日本大震災がもたらした未曾有の人的、社会的被害を稀有な経験とし、それを踏まえた多くの復興ならびに防災・減災プログラムが国レベル、自治体レベル、大学レベル等で立ち上がり産

官学連携にて開始されました。東北大学はいち早く被災地の災害復興中核拠点として、「東北大学災害復興新生研究機構」を設置して、被災地復興支援プログラムや将来の強靱な防災・減災に向けたプログラムを具体化してきました。その一つが「電気通信研究機構」であり、当時の中沢正隆電気通信研究所長らのご尽力により設置され、これまで産官学連携も含めて多くの研究開発成果を輩出し、拠点としての役割を果たされてきました。

機構には諮問委員会が設置され、私も第1回から参加させて頂いております。この委員会は自治体の機関、通信・放送関連企業、大学等、幅広い分野の方々により構成されております。情報通信技術の研究開発者ではなく、その技術を利活用されるユーザの視点を持った方々の集まりです。ここで何度も議論される点は、①災害時に際しては専門家でなくても容易に利活用できる技術であること、②平常時にも稼働しているが、必要に応じて災害時モードに容易に変更できる技術であること、③汎用端末が利用でき運用コストが低い技術であること、等です。技術開発を進める側にとってはどれも大事な指標であると思われます。機構ではこれらの要望を踏まえつつ「災害に強い情報通信ネットワーク導入ガイドライン」を策定し、今後の災害時に備えた自治体向けの広報活動も強化しており、頼れる機構としての責任は益々重要になると考えられます。

他方、機構も第2期に入り災害復興から、最先端レジリエンスICTの研究開発に舵を切っています。通信と連動した自動/無人運転システム、ロボットなど、IoTと言われる人間以外との通信の必要性が増す中、新たな場面を想定した耐災害通信技術の構築が求められつつあり、機構の将来技術へのチャレンジが大いに期待されます。

最初に述べた「今年の漢字」ですが、東日本大震災のあった2011年は、「絆」でした。災害を克服するに際してどれほど人間の「絆」が大事かを示した一文字で、これからも大切にしたいと思います。

周波数有効利用のための IoT ワイヤレス高効率広域ネットワークスキャン技術の研究

東北大学大学院情報科学研究科
特任助教

川本 雄一

東北大学電気通信研究機構 機構長
東北大学情報科学研究科 教授

加藤 寧

近年、IoT 機器の普及は著しく、今後も急速に増加することが予測されます。しかし、既に流通している機器には脆弱なものも多々あることから、それらの機器を狙ったサイバー攻撃が急増しており、早急な対策が求められています。対策技術の一つである広域ネットワークスキャン技術は、インターネット上で幅広く調査を行い、その応答によって脆弱な機器を特定した上で対策を講ずることができるため、既に流通している機器への対策として有効です。しかし、本技術はIoT 機器が接続されたネットワークに対して網羅的に行うものであるため、既存技術を用いて行うとそれに係る膨大な通信が発生し、ユーザが本来行いたい正規通信に対して悪影響を与える可能性があります。そのため、正規通

信で周波数が比較的利用されていないタイミングや、セキュリティを確保した最小限の回数での実施が必要です。

これらを踏まえ、本研究開発ではセキュリティレベルを維持しつつ、通信トラフィックの日変化や時間変化の特性等を考慮した上で、効率的な広域ネットワークスキャンの実現を目指しています。具体的には、「周波数が逼迫していないタイミングでの広域ネットワークスキャン技術」と「広域ネットワークスキャンに係る通信量を軽減する技術」を開発しています。

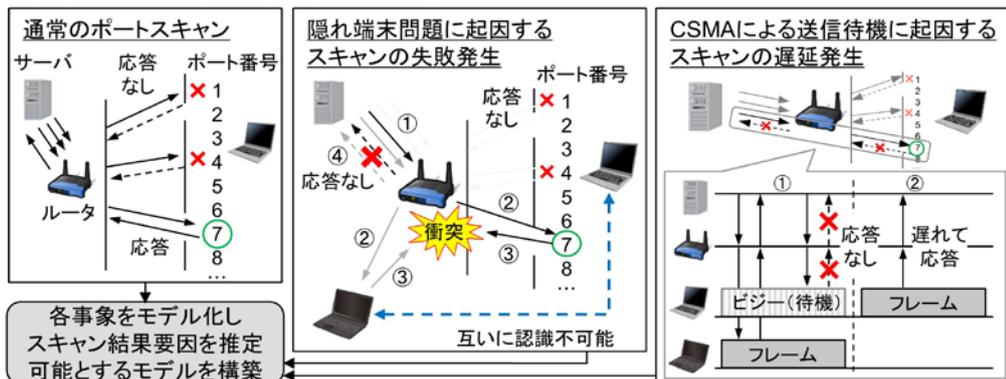
我々の研究室では、特に無線LAN環境をベースとした「スキャン結果・要因判別技術」と「クラスタリング技術」の開発を担当しています。それぞれの概要を図に示します。「スキャン結果・要因判別技術」の開発では、無線LAN

に接続される端末から発生するトラヒックや端末の移動による通信環境の変化等に起因するスキャンの失敗や遅延発生を要因を推定するための技術を確立します。「クラスタリング技術」の開発では、広域ネットワークスキャン最適制御に係る演算回数を削減するために、地理的近接性や無線環境が似ている複数の基地局やアクセスポイントをまとめてクラスタ化し、これらを単位として広域ネットワークスキャン最適制御を行います。

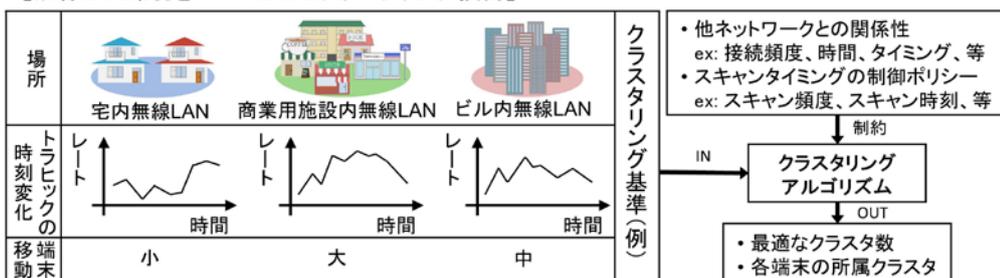
本研究開発は総務省の委託を受け平成30年度から3ヶ年計画で実施しており、各要素技術の研究開発や課題間の連携、実証実験等を積極的に進め、効率的な広域ネットワークスキャン技術の確立を目指しています。

図

【無線LANにおけるスキャン結果・要因判別技術】



【無線LAN環境をベースとしたクラスタリング技術】



Beyond 5G に向けたモバイル収容大容量光アクセスインフラの研究開発 —フルコヒーレント光・無線融合伝送基盤技術—

東北大学電気通信研究所
東北大学電気通信研究機構
教授

廣岡 俊彦

助教

葛西 恵介

准教授

吉田 真人

東北大学電気通信研究機構
特任教授

中沢 正隆

4K・8K等の高精細映像配信、IoT (Internet of Things)、自動運転等の多様なサービスを利用する5G及びBeyond 5Gのモバイル通信においては、基地局当たりの通信速度は100 Gbit/s級と高速になり、セルサイズもさらに細分化されると予想されています。このような大容量且つ多様なトラフィックを効率良く収容するためには、コアネットワークから基地局、さらにはアンテナまでをシームレスに繋ぐアクセスシステムの実現が不可欠です。本プロジェクトでは、低遅延で且つ周波数利用効率が高く、経済性に優れた光・無線融合アクセス網を実現するためのデバイス・システム技術の開発に取り組んでいます。具体的には、無線信号を光に重畳して伝送するRoF (Radio over Fiber)伝送技術、ならびにその基盤となる光・無線融合デバイスの開発により、100 Gbit/sを超える双方向型光・無線融合伝送システムの確立を目指しています。

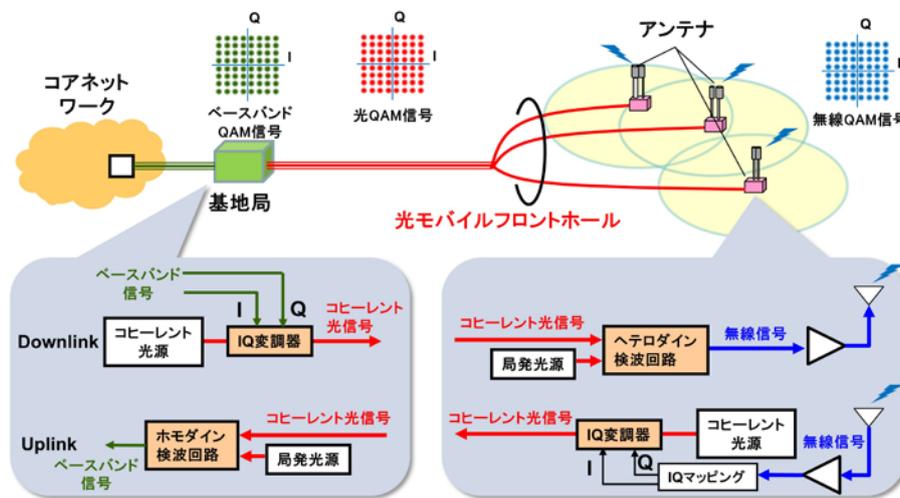
本プロジェクトはNICTからの委託

研究としてKDDI総合研究所、三菱電機と共同で進めており、東北大学はフルコヒーレント光・無線融合伝送基盤技術の研究開発を担当しています。フルコヒーレント方式とは、無線信号をそのコヒーレンスを保持したまま光に重畳させて伝送するRoF伝送技術です。無線では古くからQAM (Quadrature Amplitude Modulation)と呼ばれるコヒーレント変調方式により、マイクロ波の位相に情報を乗せる高度な伝送技術が用いられてきました。近年では光通信においても、光電界に情報をのせるデジタルコヒーレント伝送技術により、QAM方式が適用できるようになっています。光とマイクロ波の間には5桁にわたるキャリア周波数の違いがありますが、もし超広帯域な周波数変換技術が確立されれば、光通信と無線通信をコヒーレント技術で一体化したフルコヒーレント方式が実現できます。

本課題で実現を目指しているフルコヒーレント方式によるアクセスネットワークの構成を図に示します。D/A変換さ

れたベースバンドのI/Q電気信号により光の振幅と位相を変調し、コヒーレント光QAM信号をアンテナまで伝送させます。そして光信号を局発光とのヘテロダイン検波によりダウンコンバートし、そのままアンテナより無線信号として出力させます。安定な無線周波数を得るためには、光信号と局発光の高精度な光位相同期技術、ならびに広帯域なフォトミキサとしてUTC・PD (Uni-Travelling-Carrier Photo Detector)等の高効率な光電変換デバイスが必要となります。光位相同期に関しては、我々がこれまで超多値デジタルコヒーレント光伝送技術として開発してきた光PLL (Phase-Locked Loop) および光注入同期技術をフルコヒーレント制御技術として発展させます。本課題ではこれらの光・無線周波数変換技術およびフルコヒーレントRoF伝送方式の研究開発を通じて、光・無線融合伝送の実証を目指しています。

図 本プロジェクトで実現を目指すフルコヒーレント光・無線融合伝送システム



コヒーレンスを保持したまま、光周波数とマイクロ波周波数を相互に直接変換

非ノイマン型次世代計算機の開発



東北大学電気通信研究所
ナノ集積デバイス・プロセス(佐藤・櫻庭)研究室

教授 佐藤 茂雄

研究室メンバー

(平成31年1月現在)

【教授】佐藤 茂雄 博士(情報科学)
【准教授】櫻庭 政夫 博士(工学)

研究室 Webページ <http://www.sato.riec.tohoku.ac.jp/>

本研究室では次世代計算機の研究開発に取り組んでいます。特に、脳型計算や量子計算などの非ノイマン型計算に着目し、それらのハードウェア基盤技術について研究を行っています。デバイス、プロセス、回路、あるいはアルゴリズムなど多面的に研究課題を設定し、それらの融合により新しい計算機技術の創成に挑戦しています。

1. 脳型計算機

脳型計算を含むAI技術のより一層の社会実装に向けて、低消費電力化や小型化などハードウェアの高効率化が重要な課題となっています。私たちは、専用LSIとその具体的なシステム応用を通じて脳型計算ハードウェア基盤技術の構築を目指しています。例えば、運動立体視に基づいて空間認識を行う神経回路網モデルに着目し、動画像の速度ベクトル(局所運動)を検出するLSIの開発に成功しています。運動立体視を用いると、単眼の動画像のみから空間情報を獲得することが可能であるため、必要なハードウェアが低減でき、ゆえに自動運転車や自走型ロボットなどへの工学的応用が期待されます。

2. 脳型計算と量子計算の融合

量子並列性により驚異的な計算能力を有する量子計算機は次世代計算機の有力な候補になっています。近

年の超伝導量子ビットの成功により、ハードウェア的には実用化が大きく近づきつつあります。しかし、現時点では、量子計算がカバーしうるのは最適化問題や因数分解などの限られたものであり、アルゴリズムの開発が大きな課題となっています。そこで私たちは、脳型計算の学習機能を量子計算に導入することで、自動的にアルゴリズムを獲得する量子計算機を実現することを目指しています。

3. 次世代IV族半導体デバイス・プロセス

半導体デバイスを高性能化・高機能化するために、ナノメートルオーダーの極薄膜形成と拡散現象が抑制された急峻な接合界面の実現は重要です。本研究室では、 SiH_4 や GeH_4 、 CH_4 などの原料ガスの表面反応を、基板非加熱下の低エネルギーArプラズマ照射によって制御する化学気相成長について研究しており、Si、Ge、SiGe混晶、SiC混晶などのIV族半導体のエピタキシャル成長や高濃度ドーピングを実現してきました。特に、本技術で開発された高い平坦性を有する歪緩和Ge薄膜をBドーピングSiエピタキシャル成長用の基板として用いることにより、高度歪Siナノ薄膜形成を実現し、キャリア移動度増大現象の観測にも成功しております。

図1 局所運動を検出する脳型計算システム

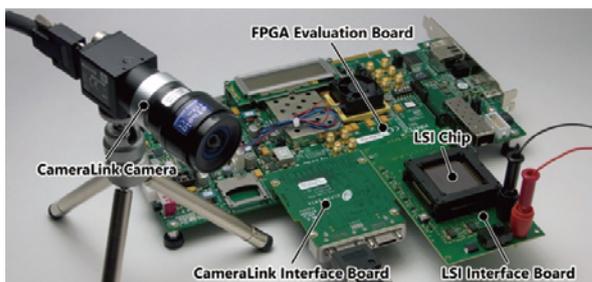
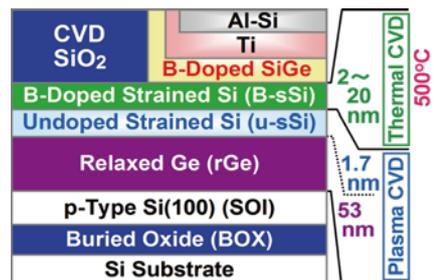


図2 高濃度BドーピングSiエピタキシャル成長薄膜のHall効果素子断面構造



防災・減災に資するスーパーコンピューティング基盤の研究開発



東北大学大学院情報科学研究科
アーキテクチャ学研究室

教授 小林 広明

研究室メンバー

(平成 31 年 1 月現在)

- | | | |
|--------------|----------|---------------|
| 【教 授】小林 広明 | 工学博士 | 【技術補佐員】森江 太一 |
| 【特任准教授】小松 一彦 | 博士(情報科学) | 【事務補佐員】長谷川里佳子 |
| 【助 教】佐藤 雅之 | 博士(情報科学) | 【事務補佐員】高橋 真紀 |
| 【客員教授】撫佐 昭裕 | 博士(情報科学) | |

研究室 Web ページ <https://www.cal.is.tohoku.ac.jp/>

2011年3月11日の東日本大震災では、地震そのものの被害もさることながら、地震によって引き起こされた大津波が東北から関東の太平洋沿岸地域に甚大な被害を引き起こしました。また、日本では近い将来南海トラフ地震が高い確率で発生することが懸念されており、その津波被害による経済損失は地震によるものも含めて170兆円にも上ると試算されています。このような状況を踏まえ、私たちは大規模地震に対する防災・減災に資するスーパーコンピューティング基盤の研究開発に取り組む、本学の理学研究科、災害科学国際研究所、サイバーサイエンスセンター、企業との産学共同研究を通じて、リアルタイム津波浸水被害推定システムの研究開発を行っています。

本システム構成を図1に示します。本システムは東北大学災害科学研究所に設置された地震情報推定サーバと可視化サーバ、東北大学サイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータSX-ACE上に実現されている津波浸水・被害予測シミュレータから構成されています。M7以上の大規模地震が発生すると直ちに、地震情報推定サーバが断層モデル推定を行い、得られた震源・断層データ等はSX-ACEに自動的に送られ、津波浸水・被害予測シミュレーションが開始されます。シミュレーション計算が完了後、浸水・被害情報が可視化サーバにより可視化され、Webでアクセスできるようになります。大規模地震検知から可視化までの一連の処理は全て自動化されています。

世界初の高精度リアルタイム津波浸水被害予測推定

システムを開発するにあたり、これまで誰も達成できていない以下の目標を掲げました。

- ・津波発生予測(断層モデル推定)を10分以内に完了する
- ・10mメッシュで6時間分の津波浸水被害予測を10分以内に完了する

まず、断層モデル推定については、本学理学研究科で研究開発を行っている、気象庁の緊急地震速報とGPSによる地殻変動観測情報を用いたリアルタイム断層モデル推定法を導入し、南海トラフ沖地震を想定した場合の高精度な津波波源モデル計算を7分程度で完了できることを明らかにしました。また、津波浸水被害予測は、本学で開発され国際的にも認知されているTUNAMIコードをSX-ACE向けに徹底的に最適化を行い、南海トラフ沖地震を想定した高知市沿岸を対象とする10mメッシュでの津波浸水被害予測を5分程度で完了させることに成功しました。図2に本システムがWebを介して提供する津波浸水被害情報の一部を示します。

現在、本システムは内閣府の防災システムの機能の一部として組み込まれており、24時間365日運用で、大規模地震発生後直ちに官邸に最新の被害予測情報を提供できるようになっています。さらにこれらの技術をベースに東北大発ベンチャー企業RTi-CAST(<https://www.rti-cast.co.jp>)の立ち上げも行い、本システム等を用いた予測情報、計算結果の提供、コンサルティング等に取り組んでいます。これからもこれらの研究成果を発展させ、我が国の安全・安心な社会の実現に貢献していきたいと考えています。

図1 リアルタイム津波浸水被害推定システム

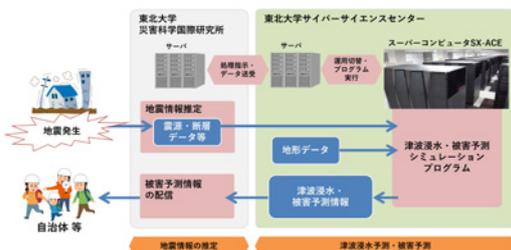


図2 リアルタイム津波浸水被害推定システムの出力結果例



TOPICS

電力と情報通信のネットワーク基盤の融合による 超スマート社会の創成に向けて

東北大学
電気通信研究所・
電気通信研究機構
教授

尾辻 泰一

ICT(情報通信技術)は人間社会の隅々まで浸透し、“超スマート社会”と呼ばれる未来社会の具体像が描けるまでに発展しています。AI(人工知能)技術の発展は情報通信機器の一層の拡大とそれらの電力消費の増大を加速しています。さらには、2011年3月11日の東日本大震災以降、日本各地で大規模災害が続いており、安心安全で耐災害性に優れた情報通信網、電力系統をはじめとする社会インフラの再構築が喫緊の課題となっています。その課題解決への新たな指向として、電力と情報通信のネットワーク基盤を融合するための新たな学理の全方位的な探求、産学官連携による産業技術・社会技術としての開発、および人材育成を目的とする「電力と情報通信のネットワーク基盤の融合による超スマート社会」研究開発専門委員会が日本学術振興会の組織として、2018年10月1日に新たに発足しました(図1)。

産業革命以降250年の世界の近代化・現代化・未来化の歴史の中で、情報通信技術と電力技術は互いに独立に発達し、産業構造においても、行政上においても、これまで分離されてきました。互いに交わることのなかった電力エネルギーと情報通信それぞれのネットワーク基盤を物理的に融合することによって、電力機器エネルギー利用効率の格段の向上とICT技術の一層の深化とが同時に実現され、ひいては耐災害性に優れた地球環境にやさしい超スマート社会を構築するための起爆剤となることが期待されます。しかしながら、国内外を見てもそのような調査研究活動はこれまで行われてきませんでした。本委員会は、「電力と情報通信のネットワーク基盤の融合」という新しい社会インフラの創成を目指す、世界的に見ても例のない、初の取り組みです。「情報通信」と「電力」とを、未来社会におけるサイバー空間とフィジカル空間を有機的につなぐ神経網と血管網としてそれぞれ捉え(図1)、両者の融合のあり方、融合がもたらすインパクトを明らかにし、実用化・産業化へのロードマップを探求してゆきます(図2)。

本委員会は、電力エネルギーシステム関連、情報通信ネットワークシステム関連、電力機器システム関連、半導体デバイス機器システム関連、自動車関連、バッテリー蓄電池関連、情報数理学関連、ソフトウェア関連等の広範な分野において第一線で活躍する企業、大学、国立研究機関に所属する40有余名の研究開発技術者によって構成されています。本学からは、委員長、幹事、分科会主査をはじめとして6名の教員が委員として参画しており、電気通信研究機構は本学の中核部局の一つとしてその貢献が期待されています。

図1 電力と情報通信のネットワーク基盤融合による超スマート社会の実現

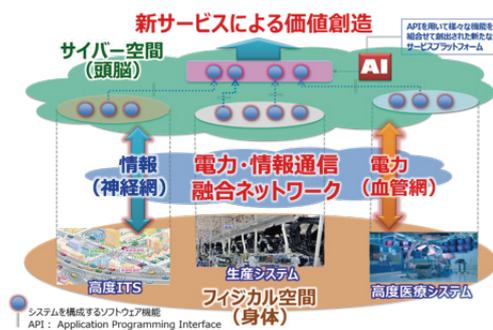
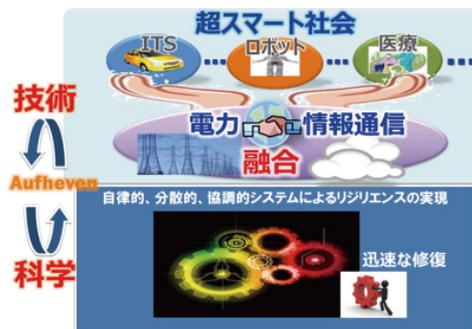


図2 本研究開発専門委員会のスコープ



WHAT'S NEW

第12回地域防災情報シンポジウム

平成30年9月14日に、第12回地域防災情報シンポジウムが、本学災害科学国際研究所で開催されました。本シンポジウムは、東日本大震災の経験を活かし、今後想定される巨大地震や大規模災害において、頑強で有効活用できる防災無線・情報ネットワーク等について、最新の技術動向や活用事例の発表や参加者との議論を通して課題の確認とその解決策を模索することを目的として、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)、地域防災情報シンポジウムin仙台実行委員会(岩手県立大学、静岡県立大学ICTイノベーション研究センター、高知工科大学、(一社)九州テレコム振興センター)、本学災害科学国際研究所及び当機構の共催により開催されました。

シンポジウムでは、当機構、(株)構造計画研究所、(株)NTTドコモ、(株)仙台放送を代表して、構造計画研究所の妹尾義之専門役員より「災害による通信途絶時の切り

札「スマホdeリレー[®]」の社会実装」について紹介するとともに、昨年6月に改定された「災害に強い情報通信ネットワーク導入ガイドライン(第2版)」が紹介されました。また、本学災害科学国際研究所、NICT、岩手県立大学、静岡県立大学、高知工科大学よりそれぞれの耐災害ICT分野の取組等について報告が行われ、活発な議論が行われました。

(小川 裕之)



会場の模様

東北大学—ICL/ITRI-NICT-YRP ワークショップ

電気通信研究機構は台湾・工業技術研究院(ITRI)の情報通信研究所(ICL)と平成25年11月に耐災害ICT分野における研究交流に関してMoUを締結しています。締結以来、ほぼ毎年度1回、日本と台湾と場所を交互に変えて、耐災害ICT研究成果等について情報交換及び議論をするためのワークショップを開催し、研究交流を深めています。今年度は、東北大学片平キャンパスの電気通信研究所で開催し、日本からは電気通信研究機構、国立



会場の模様

研究法人情報通信研究機構(NICT)、横須賀リサーチパーク(YRP)、トリマティス(株)から10名、ICLからの研究者等と合わせて17名が参加しました。当日は、日本と台湾の研究者が交互に研究成果を発表し合い、東北大学からは、安達文幸特任教授がポスト第5世代(5G)時代の移動通信技術、中沢正隆特任教授がデジタルコヒーレント伝送を用いた5G及びポスト5Gにおける光モバイルフロントホール、末松憲治教授がワイヤレスIoTの実時間マルチバンドスペクトルモニタ技術について発表しました。それぞれの発表について、参加者は熱心に耳を傾け、活発な意見交換を行い、双方にとって大変有意義なワークショップとなりました。IRTI/ICLとは、今後も定期的にワークショップ等により意見交換を行うとともに、具体的な共同研究を模索する予定です。

(岩月 勝美)

編集後記

昨年は、水害、地震と災害に見舞われた年でした。何時、どこで、自然災害が発生するかを正確に予測することは極めて困難です。したがって、これまでの経験を踏まえ、防災力と減災力を強化し、自然災害に備えることが必要です。(I)

編集委員

安達 文幸/石川 いずみ/岩月 勝美(委員長)/小川 裕之/
金子 雅人/北形 元/末松 憲治/中沢 正隆 ※敬称略、50音順