

ROEC NEWS

TOHOKU UNIVERSITY

RESEARCH
ORGANIZATION OF
ELECTRICAL COMMUNICATION

NOVEMBER 2019

13



CONTENTS

[巻頭言]

移動無線センターでの耐災害ICTへの取り組み

[プロジェクト紹介]

総務省委託研究

第5世代移動通信システムの更なる高度化に向けた研究開発

- 1 高効率アクセス伝送制御手法
- 2 干渉と無線リソースの適応制御手法

[Message]

[研究最前線]

[WHAT'S NEW]

【巻頭言】

移動無線センターでの耐災害ICTへの取り組み



一般財団法人
移動無線センター

理事長

河内 正孝

Masataka Kawauchi

我が国はインドやインドネシア等と並んで世界でもトップクラスの自然災害国である。面積では世界の僅か0.28%の国土に、世界の活火山の7%が活動し、マグニチュード6以上の地震の20%が日本で発生する。毎年の台風の襲来は当たり前で、梅雨明け時など洪水や崖崩れで多くの貴重な人命が失われる。狭隘な国土に様々な災害が極めて高い頻度で集中するため、その被害額も世界の災害被害総額の12%に及ぶ。こういう状況を改善しようと、国や地方自治体は国土の強靱化を進めると共に、災害の発生をいち早く知らせ被害の軽減や早期の避難に繋げるため、通信網の強化や避難勧告に関するガイドラインの改訂などを推進している。東北大学電気通信研究機構においても、東日本大震災で多くの通信ネットワークが輻輳・途絶したことを教訓に、災害に強いネットワークなど、防災・減災のための多くの優れた研究成果を出してこられており、今後益々その社会的役割は高まるものと期待される場所である。

災害とそれに続く期間において通信の役割が極めて重要なことは、業務用通信においても変わらない。運輸、製造販売、建築、病院、水道、ガス、学校など多くの分野で緊急の通信が必要となる。しかし、その時に、通信が遮断されたり、輻輳して繋がらないことは往々にして発生する。特に、多くの利用者が使う携帯電話などの公衆通信の場合、地震などの災害時に長時間にわたり繋がらない事態が発生することは、なお避けがたい現実である。業務用の場合、自前でしっかりした専用の自営網を構築すればその状況からは免れるが、広域に自営網を構築するには莫大な費用を要し、また、その維持に必要な経費も大きな負担となる。

一般財団法人移動無線センターが提供するMCA無線は、その様な問題を解決することができる共同利用型の自営無線網である。

800MHz帯の電波を使い、およそ20-30kmという大ゾーンのエリアの繰り返しで全国の90%の人口をカバーしている。多くの中継局は地盤のしっかりした山頂部や高層ビルに設置し、新耐震基準や設備の冗長化を確保する他、全ての中継局に非常用自動発電機と十分な燃料を備え、さらに長時間の停電の場合でも燃料の追加供給体制を整えている。昨年の北海道胆振東部地震における全島停電の際にも、その地域の携帯電話中継局が軒並み停波に陥るなか、全ての通信を継続することができた。また、万が一、崖崩れなどで中継局間を繋ぐ回線が寸断した場合でも、中継局が独立して大ゾーンの区域内の通信を媒介することができるようになっている。

このように強靱で、また、特定者による共同利用であることから輻輳もなく、廉価な通信システムであることを評価して、首都直下地震を想定した首都機能移転訓練においては主要な通信手段としてMCA無線が活用された他、中央省庁や自治体、企業のBCP対策としてもMCA無線の利用が広がっている。

また、移動無線センターでは再来年を目指して、LTE技術を使った高度MCA無線を新たに導入することとしている。この高度MCA無線は、国防総省規格の頑丈なスマホ型端末を活用し、地図データや画像などの各種アプリケーションの利用に優れたものであり、業務用無線の特徴である一斉通信やグループ通信なども相まって、災害時にも即応性のある使い勝手のいい音声、データ伝達システムとなっている。

この様に、MCA無線、高度MCA無線を基盤に、これからも業務用通信の分野で、便利で強靱な通信を提供する手段として、経済産業の発展を下支えするとともに、災害時には、確実につながる通信として、人々の命と財産、そして、安心を守る一翼を担っていきたくと考えている。

新機構長挨拶

東北大学電気通信機構長

山田 博仁



2019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受けて、「災害に強い情報通信ネットワーク」を実現すべく、電気通信研究機構が2011年10月1日に設立されてからはや8年が経ちました。その間、初代機構長中沢正隆教授のリーダーシップのもとで本学電気・情報系が一丸となり、産学官連携によって様々な成果を上げることができました。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明瞭化する屋外音声伝達システム、自然言語処理による災害時での情報信頼性の確保、基地局が機能しなくてもモバイル端末同士で情報伝達を可能にする「スマホdeリレー」、災害時に機能しているネットワークのみを連携させ通信手段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ネットワークシステム(VSAT)、等がこの間の成果として挙げられます。これらの成果は国内外に発信され、本分野の技術確立に大きく貢献するとともに、社会実装に向けた着実な取り組みが展開されてきました。

初代中沢機構長のバトンを受け継いだ加藤 寧機構長は、第1期(5年間)で培った既存の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)に向けて、

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され、実行されてきました。この間にクラウドAIやビッグデータの活用が大きく広がり、5Gに向けた技術開発も活発となり、それら最先端ICTを活用して飛躍的にレジリエンスを高めた情報通信技術が数多く確立されていきました。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。

電気通信研究機構の設立から8年が経過し、震災からの復興も徐々に進む中、機構を取り巻く情勢にも変化が起きつつあります。機構も2年後には第2期を終え、レジリエンスICT工学の創始に向けた取り組みが求められています。これまでと同様、耐災害ICTを追求することはもとより、その研究成果を通信環境の構築が困難であった海中等へと応用展開することや、持続発展可能な社会の実現も視野に入れたSDGsへの貢献も大切と思われます。耐災害ICTに不可欠な災害時の電力確保や、再生可能エネルギーの活用による情報通信と電力とのネットワーク融合など、災害に強く環境に優しいインフラの研究開発をレジリエンスICT工学として、産学官一体となって発展させることができたいと思います。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

東北大学大学院情報科学研究科 教授

加藤 寧



2015年10月1日から2019年9月30日まで二期四年間機構長を務めさせて頂きました。まずはお世話になった大学本部や電気通信研究所をはじめ、工学研究科、情報科学研究科、医工学研究科、サイバーサイエンスセンターなどの関係部局及び諮問委員会のメンバーの方々に心より感謝の意を表したいと思います。

第一期(2011年10月1日から2016年9月30日まで)は震災の直後ということもあって国からの研究資金はある程度潤沢にありました。それに支えられ、既存技術の組み合わせやその高度化により短期間で多くの有用な成果を世に送り出すことができました。第二期(2016年10月1日から)においてはそれらの社会実装を強力に推進いたしました。代表的なものとして、西山大樹教授らが研究開発したスマホdeリレー、末松教授が研究開発したソフトウェア無線技術を用いた可搬型マルチモードVSAT、乾教授が中心となって研究開発された防災情報のデータベース支

援と利活用システムなどがありました。第二期において機構の活動を活性化させる上で必要不可欠な研究プロジェクトの獲得において特に重視したのは耐災害技術の平時利用と新しい技術への展開というものでした。多くの先生方及び関係者のご努力により結果的に多くのプロジェクトを獲得できたことは機構の安定的な運営に繋がり深く感謝を申し上げる次第です。

東日本大震災から8年半の歳月が流れ、当時の通信や情報の断絶に対する記憶が少しずつ薄れてきているように思います。一方、地震を含む自然災害そのものに関して言えばむしろ増加傾向にあります。被災地の中核大学としての我々はいつまでも「災害に強い情報通信技術を先導していく」使命感を忘れることなく日本や世界に貢献していくことが望まれています。

機構の益々の発展を祈願して退任のご挨拶とさせていただきます。長い間本当にありがとうございました。

総務省委託研究

第5世代移動通信システムの更なる高度化に向けた研究開発
—高効率アクセス伝送制御手法—東北大学電気通信研究機構
特任教授

中沢 正隆

教授

廣岡 俊彦

准教授

吉田 真人

准教授

葛西 恵介

【技術課題A】

多様なサービス要求に応じた高信頼な高度5Gネットワーク制御技術の研究開発

【課題A-3】

適応RANを実現する無線統合制御技術

【サブテーマ③】

高効率アクセス伝送制御手法

5G(第5世代移動通信システム)はこれまで要素技術の研究開発及び標準化への取り組みが中心でしたが、そのフェーズが研究開発から運用へ移行しつつあります。その一方で、移動通信トラフィックは年率40%で増加の一途を辿っています。また、5Gが社会に浸透していく2025年以降では、これまで以上に多様な通信サービスが展開されるようになります。このような大容量且つ多様な通信サービスを支えるため、5Gの更なる高度化が求められています。

本研究では無線通信の高速化を図るため、ミリ波帯を用いた高信頼ネットワーク制御技術(課題A-1)及びワイヤレスアクセス技術(課題A-2)の確立を目指しています。また、要件の異なる多様なサービスを高信頼に提供するため、適応型RAN(Radio Access Network)を実現する無線統合制御技術(課題A-3)及び基地局機能配置技術(課題A-4)を確立します。図1は本プロジェクトの全体像であり、上述した各研究課題間の関係を示しています。これらの技術を統合し、トラフィック量が現在の5倍となった環境下においても通信への品質要求を95%以上満たし(低い符号誤り率特性)、且つサービスの継続性を99%以上確保した高信頼なサービス提供(途切れない通信)の実現を目指しています。本プロジェクトはKDDI総合研究所、国際電気通信

基礎技術研究所、電気通信大学、構造計画研究所、パナソニック、東北大学(中沢正隆特任教授、安達文幸特任教授)との委託研究であり、本研究は課題A-3において光アクセス区間の大容量化・高効率化を担当しています(課題A-3③「高効率アクセス伝送制御手法」)。

図2に研究概要を示します。本課題ではデジタルコヒーレント多値光伝送技術を用いた100Gbit/s級大容量光アクセス伝送システムを実現します。デジタルコヒーレント光伝送ではデジタル信号処理における誤り訂正符号(FEC: Forward Error Correction)の符号化・複号化に時間を要し(信号処理時間全体の約20%)、信号のS/Nが低い

場合には遅延時間が增大するという問題があります。そこで本課題では光アクセス区間における(a)データ信号の多値度及びFEC冗長さの適応可変制御技術、(b)時分割多重・波長分割多重方式の適応可変制御技術を確立します。また、KDDI総合研究所、パナソニックとの連携を図り、(c)光・無線統合の符号化効率(MCS: Modulation and Coding Scheme)制御技術を確立します。

これにより、サービス毎に伝送容量や遅延量を適応制御し、大容量・高品質性を維持しながらアクセス伝送全体の低遅延化を図ることで、多様な通信サービスの高信頼な提供に貢献します。

図1 本プロジェクトの全体像(研究課題と研究体制)

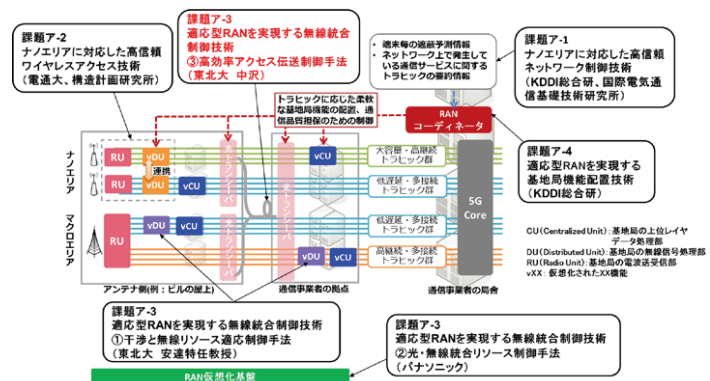
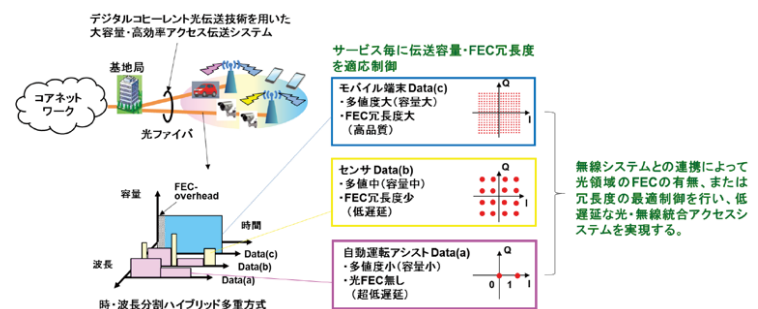


図2 研究概要(課題A-3③)



第5世代移动通信システムの更なる高度化に向けた研究開発 —干渉と無線リソースの適応制御手法—

東北大学電気通信研究機構
特任教授

安達 文幸

【技術課題ア】

多様なサービス要求に応じた高信頼な高度5Gネットワーク制御技術の研究開発

【課題ア-3】

適応RANを実現する無線統合制御技術

【サブテーマ①】

干渉と無線リソースの適応制御手法

第5世代移动通信(5G)システムではピークデータレートが10Gbpsを超える超高速通信サービスに加えて、1平方キロメートル当たり100万デバイスもの超多数デバイスを接続する通信サービスや往復遅延が5ms以下の超高信頼低遅延通信サービスの提供が予定されています。通信トラフィックの増大の勢いは今後も止まることはなく、5Gシステムの開始から5年後には5倍の通信トラフィックに達すると予想されています。このことから、5Gシステムの更なる大容量化への技術的準備が

必要となっています。本プロジェクトはKDDI総合研究所、国際電気通信基礎技術研究所、電気通信大学、構造計画研究所、パナソニック、東北大学(中沢正隆特任教授、安達文幸特任教授)が委託研究を分担しており、本研究は課題ア-3において、干渉と無線リソースの適応制御を担当しています。

利用可能な周波数帯域には限りがあります。大容量化に向けた最も効果的な方法は、送信点(基地局あるいはアンテナ)を更に稠密配置して同一無線資源の再利用距離を更に短縮して周波数利用効率を向上させることです。しかし、送信点を稠密に配置すると、各送信点が覆う通信エリア内部にまで干渉が深く入り込み、通信品質劣化を引き起こしてしまいます。また、ミリ波帯のような高周波数帯になれば建造物による電波の遮蔽により急激な受信レベルの低下が生じ、通信が遮断される可能性があります。そこで、複数送信点を協調利用することで

受信レベルを保ちつつ、同一無線資源の再利用により発生する干渉の影響を最小限に抑えることにより、通信品質劣化や通信の遮断が発生しないようにしなければなりません。

本研究では、電波環境(トラフィック分布、建造物の密集度、基地局やアンテナ配置など)の観測結果に基づいた干渉と無線リソースの適応制御手法の開発を目指しています。干渉と無線リソースの適応制御の手順を図1に、要求条件の異なる多様な高信頼通信サービス実現のイメージ図を図2に示します。このようなダイナミックな電波環境の変動に追従した適応制御により、通信品質劣化や通信遮断を回避するとともに、優れたシステム規模拡張性のある適応型RANを実現できます。

これにより、増加し続ける通信トラフィックを収容しつつ要求条件の異なる多様な高信頼通信サービスを提供できるようになります。

図1 干渉と無線リソースの適応制御の手順

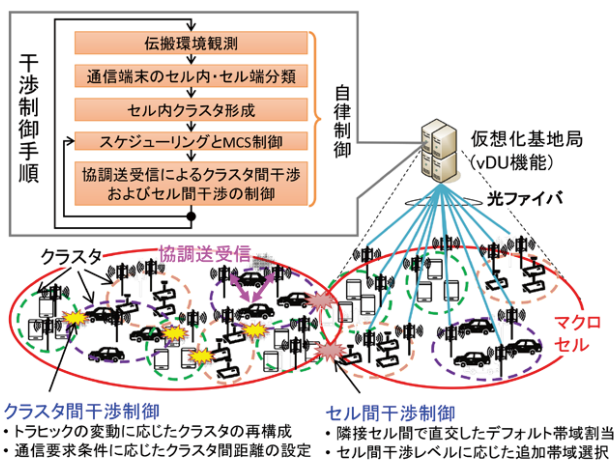
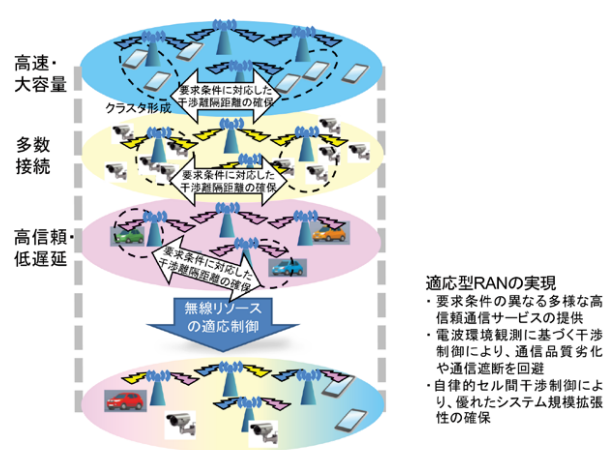


図2 要求条件の異なる多様な高信頼通信サービス実現のイメージ図



情報質社会を牽引する情報ストレージシステム研究



東北大学電気通信研究所
ブロードバンド工学研究部門
情報ストレージシステム研究室

教授 田中 陽一郎

研究室メンバー

(令和元年8月現在)

【教授】田中 陽一郎 博士(工学)
【准教授】サイモン J グリープス 博士(物理)

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

本研究室では、高速性・大容量性とインテリジェンス性を備えた新たな情報ストレージシステムの研究に取り組んでいます。磁気ストレージ技術は、IoT や AI を駆使したビッグデータ活用の飛躍的な拡大の基礎を築いてきました。岩崎俊一名誉教授の発明による垂直磁気記録方式を用いたハードディスク装置が実用化されて以降、記録密度は10倍を超えるまでに向上しストレージ装置の年間出荷総容量は1 Zetta (10²¹) バイトに近づこうとしています。人類の英知を蓄積した情報を活かして社会の質を高める基盤環境を整えてきたと言えるでしょう。情報の大容量化に伴い貴重な情報の喪失を防ぐ技術も重要です。前任の村岡裕明名誉教授を中心に、リスク考慮データ分散とマルチルートストアによって耐災害性と障害回復性に優れた高機能性高可用性情報ストレージ技術の研究を実施してきました。

1. エネルギーアシスト型垂直磁気記録技術の研究

本研究室では、情報ストレージのコア技術である垂直磁気記録技術の高密度記録メカニズム、ヘッドやメディア等の記録デバイス、マイクロマグネティックシミュレーションを使った磁性材料とデバイスのモデル化の研究により、記録密度と性能の向

上を目指しています。1ピットの面積が数ナノメータ四方という次世代テラビットストレージと、省電力超大容量高速ストレージシステムの実現を目標に、マイクロ波方式と熱方式によるエネルギーアシスト型垂直磁気記録技術や記録層二重化による大容量記録の研究に取り組んでいます。

2. 情報ストレージとコンピューティングの融合の研究

膨大な量のデータ記憶を支え延長してきたストレージは、これから情報価値の創出という情報質への貢献を目指す時期にきています。今後桁違いに大量生成されるデータから効果的に価値情報を抽出するためには、コンピューティングをデータに近接させたデータ・セントリックな概念が重要になってきています。ペタバイト級の大容量データを創出する神経構造解析等のライフサイエンス研究をモチーフとして、磁気ストレージ技術、スピントロニクス技術、コンピューティングの融合を図り、データストレージとコンピューティングを近接させ大容量データ生成近傍で解析・価値創出を可能とするインテリジェントなイン・ストレージ・コンピューティングシステムに関する研究を進めています。

図1 二重記録層のマイクロ波アシスト方式垂直記録の構造

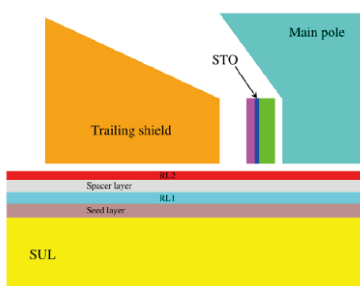
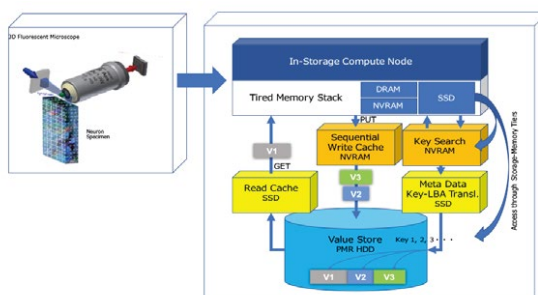


図2 イン・ストレージ・コンピューティングによる神経構造解析の例



専門医を凌駕する医用診断・治療支援システムの研究開発



東北大学大学院医学系研究科
医用画像工学分野
教授 本間 経康

研究室メンバー

(令和元年8月現在)

【教授】本間 経康 博士(工学)
【助教】市地 慶 博士(工学)
【技術補佐員】佐藤 文恵

研究室 Web ページ <http://www.rii.med.tohoku.ac.jp/> <https://www.med.tohoku.ac.jp/>

人工知能(AI)への期待が高まり、社会基盤として普及が進むとする予想もあります。医療・生命科学も例外ではなく、応用が期待されている分野の一つです。実際、専門医を凌駕する診断能力の実現可能性が示されるなど、当研究室でもそれを踏まえて次世代の医用システムを研究開発しています。

乳がんを例に取組を1つご紹介します。がんは、早期発見・早期治療が良好な予後に重要です。視触診が主な検査方法だった時代は、早期発見が困難でしたが、乳房X線撮影(mammography)により可能になりました。ただし、mammography検診にも問題があります。画像診断で乳がん(悪性)の疑いがあった場合、細胞採取による精密検査を行います。問題は、詳細な陰影が見えるようになったために、本来乳がんではなかった(良性の)、いわば余計な精密検査件数が増えてしまったことです。万一に備えた検査は不要でないとも考えられますが、細胞採取に伴う身体的負荷に加え、悪性の疑いを宣告されてから、精密検査の結果が判明するまでの心理的苦痛は想像以上と報告されています。また、医療経済的にも不要な検査の排除が望ましいのは明らかです。しかし、専門医であっても判断が難しい陰影群が存在し、悪性の疑いで精密検査

をした結果、半数以上が良性(不要な検査)という報告があります(図1)。当研究室では、画像診断ではなく精密検査の結果で訓練する工夫で、正しく良悪性鑑別可能なシステムを開発しました。とくに、専門医が半分以上間違える症例でも、臨床上の1つの目安である約8割の正解率を達成しました。

臨床応用に向けては、システムの信頼性を高めるために訓練画像の確保が重要な課題となります。それには複数施設が協力してデータを収集する必要がありますが、扱う個人情報の性質上、施設外へのデータ持ち出しには様々な制約があります。そこで、施設内にデータを留めたまま、訓練に必要な情報のみを暗号化して安全に共有する仕組みを共同研究しています(図2)。

さらに、医療特有の人の介在を利用して、システムの不完全さを吸収する試みも行っています。高性能の深層学習も完璧ではなく、自動翻訳にも誤りや不自然さが混在しますが、人間はそれを正しく理解し、適切に修正もできます。これと同様に、自動診断を参考に医師が判断することで安全性を担保可能です。自動運転の例で明らかのように、完全自動ではなく半自動であれば、実装が容易になる利点もあります。

図1 不要な検査を削減：画像診断が難しい症例への対応

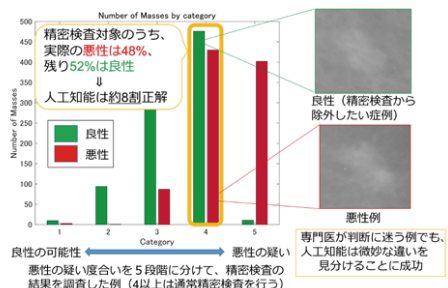
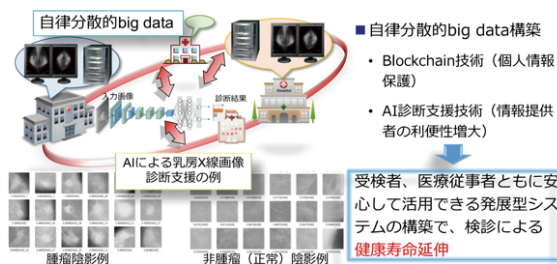


図2 検診big dataの安全な活用による健康寿命延伸



WHAT'S NEW

ドイツ・ダルムシュタット工科大学との レジリエンス ICT に関する意見交換

2019年3月11日、ドイツ・ダルムシュタット工科大学コンピュータ・サイエンス学部のHollick教授及びHofmeister氏が当機構を訪問され、加藤機構長(当時)をはじめとする当機構メンバーとレジリエンスICTに関する意見交換を行いました。

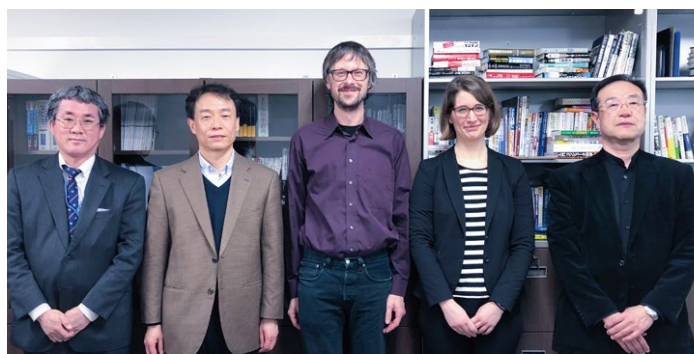
ダルムシュタット工科大学は、1877年に創設されたドイツ有数の工科大学であり、約2万5千人の学生が学んでいます。また、2003年に本学と大学間学術交流協定を締結しています。

意見交換では、加藤機構長より当機構の概要やこれまでの研究成果等について説明した後、Hollick教授より、

「emergenCITY」の構想や、モバイルネットワークにおけるセキュリティ向上に向けた研究について説明がありました。

「emergenCITY」プロジェクトでは、世界的に人口が都市に集中し、ICTに依存する都市の脆弱性が懸念される中、ICTそのもののレジリエンス向上を図るとともに、ICTの活用による都市のレジリエンス向上を図るための研究を進めることとしており、先方からは、最先端レジリエンスICTの研究開発を推進する当機構の活動に対して高い関心が示され、活発な質疑応答が行われました。

(小川 裕之)



左より：小川副機構長、加藤機構長、Hollick教授、Hofmeister氏、岩月特任教授



意見交換の様子

尾辻泰一教授が平成31年度科学技術分野の 文部科学大臣表彰(研究部門)を受賞

文部科学省では、科学技術に関する研究開発、理解増進等において、顕著な成果を収めた者を「科学技術分野の文部科学大臣表彰」として顕彰してきています。尾辻教授の本分野での受賞は、「プラズモン共鳴を用いたテラヘルツ光源検出素子の研究」が高く評価されたものです。

(岩月 勝美)



文部科学大臣表彰状



授賞式の様子(尾辻教授：右から一番目)

鳥光慶一特任教授が研究開発を進めている
導電性繊維を用いた非接触座位センシング機器が smart sensing 2019に展示

2019年6月5日～7日に東京ビッグサイトで開催されたSmart Sensing 2019において、現在研究開発中の繊維電極による姿勢センシングを中心としたコーチングシステムに関する研究成果の展示発表を行った。

Smart Sensing 2019は、「ハード技術」と「リアルデータ」の融合によるIoT社会を実現させるリアルデータプラットフォームの展示会をテーマに、電子機器トータルソリューション展と同時開催で、センサー活用に関する技術／製品紹介を行うものである。その中で、次世代のセンシングを目指す「次世代センサバピリオン」という特設コーナーでの展示となり、ピッチステージを含む体験型の紹介説明を行った。

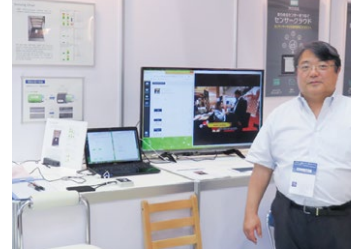
展示では、和紙をセンサーとする姿勢コーチングチェア「Sensing Chair」の実機(プロトタイプ)を持ち込み、センシングからクラウドデータ処理による姿勢コーチングフィードバックを体験紹介することで、和紙を中心とし

た繊維電極を用いた健康管理、介護・医療分野における可能性について研究の理解と活用成果の普及発展に努めた。

今回紹介した「Sensing Chair」は、センシング部に電子機器を含めた金属を全く用いない繊維センサーを用いていることから、反響は大きく、おかげさまで100社近くの大変多くの方に興味を示していただいた。その内のいくつかの企業とは現在共同研究を通じた製品開発について議論を進めているところである。

今後、この繊維センサーシステムを用いた様々な製品展開を予定している。

(鳥光 慶一)



会場の模様

国際学会 GSMM2019で
Best Student Paper Awardを受賞

2019年5月22～24日に東北大学片平さくらホールにて開催されたミリ波に関する国際会議 GSMM2019 (Global Symposium on Millimeter Waves 2019)において、末松・亀田研究室の枝松航輝君(M1)が行った「Electromagnetic Shielding of Conductive Polymer Combined Fabric」の口頭発表に対して、Best Student Paper Awardを受賞しました。なお、この成果は、電気通信研究機構を通じて始まった末松・亀田研究室と鳥光研究室の共同研究によるものです。

(末松 憲治)



授賞式の様子

安達文幸特任教授、松木英敏教授が
第69回「電波の日」東北総合通信局長表彰を受賞

2019年6月3日に、安達文幸特任教授(個人)と松木教授(団体)が、東北総合通信局長表彰を受賞されました。安達特任教授は、移動無線通信分野において超高速移動無線通信技術の研究に従事し、我が国における第5世代移動通信システムの実現に向けた研究開発や技術的条件の策定への多大な貢献により、本表彰を受賞されました。

また、先進ロジスティクス交通システム研究プロジェクトリーダの松木教授は、ドローンや自動走行などの近未来技術を地域特性に則した実証事業を提案し、その実用化に取り組む等、東北地域における電波利用によるSociety5.0の実現への多大な貢献により、本表彰を受賞されました。

(岩月 勝美)



安達特任教授



松木教授

編集後記

今夏は、日本列島が猛暑に見舞われ、台風も頻繁に発生しました。脱炭素化による地球温暖化防止が喫緊の課題であり、そのために耐災害ICTをベースとしたレジリエンスの工学的発想が貢献できることは大きいと思います。(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