

IoT データ収集・制御用広域系 Wi-RAN ^{注1)} システムによる 無線多段中継伝送を用いた多地点同時映像情報収集基礎試験に成功 ～一つの長距離無線回線による遠隔地及び中継地の情報同時収集～

ポイント

- 見通し外屋外環境において多段中継基礎接続試験に成功（単区間中継距離最大 6.4km）
- 中継局は 1 台の無線機の機能で遠隔地の情報収集、情報転送を実現
- 中継局は遠隔地からの情報中継のみならず、自身が収集した情報を追加して伝送

内閣府 総合科学技術・イノベーション会議（GSTI）が主導する革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の原田 博司プログラム・マネージャーの研究開発プログラムの一環として、京都大学大学院情報学研究科（以下「京都大学」）原田 博司教授および株式会社日立国際電気（以下「日立国際電気」、代表執行役 執行役社長：佐久間 嘉一郎）の加藤 数衛の研究グループは、このたび“モノ”のインターネット（Internet of Things: IoT）データ収集・制御用広域系 Wi-RAN システム用無線機（以下、本装置）による無線多段中継伝送を用いた多地点同時映像情報収集基礎試験に成功しました。これは一つの長距離無線回線を用い、見通し外通信環境においても遠隔地のみならず中継地の情報を同時に収集するものです。

従来の広域系 Wi-RAN システムでは、中継接続時に 1 拠点あたり複数の無線機を必要とするなど、設置場所・消費電力等の観点から、超広域かつ広帯域なデータ収集システムを容易に構成する際の障壁となっていました。また、従来の中継伝送では中継局は情報の中継、転送しか行わず、中継局自身が情報収集を行い、情報追加して、転送を行うことができませんでした。さらに数 km を超える中継を無線で行う場合、双方が見通せる環境が必須であり、間に山等が存在する見通し外環境での数 km を超える中継の実現は困難でした。

本開発では、従来 2 台の無線機で実現していた無線多段中継を 1 台の無線機で実現でき、かつ遠隔地からの情報中継だけでなく、自身が情報収集を行い、情報追加して、転送を行うことができるマルチホップ中継方式のファームウェア（物理層、MAC 層）を開発し、従来の Wi-RAN 無線機に実装しました。この無線機は利用シーンに応じて、基地局、中継局、端末局になることができます。さらに中継接続した各無線機の通信の状態及び GPS 情報位置情報を基地局で収集し、基地局において視覚的に各無線機の状態を表示する回線監視サーバの開発を行いました。

そして、この無線機を用い、京都市役所様のご協力のもと、遠隔地および中継地点における映像情報の収集実験を京都市内で行いました。無線機同士が見通せない環境において、最大 8.4km の距離を中継接続で接続し（単区間中継距離最大 6.4km）、遠隔地の車上端末局および中継局からの二拠点同時リアルタイム映像伝送に成功しました。

本成果は、以下のプログラム・研究開発課題によって得られました。

内閣府革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)

プログラム・マネージャー : 原田 博司

研究開発プログラム : 「社会リスクを低減する超ビッグデータプラットフォーム」

研究開発課題 : 「超ビッグデータ創出ドライバ用広帯域無線機の研究開発」

研究開発責任者 : 原田 博司 (京都大学)

加藤 数衛 (日立国際電気)

研究期間 : 平成28年度～平成30年度

本研究開発課題では、数10km以内のエリアに存在する数万のメーター、センサーからデータ収集、機器制御を行う超ビッグデータを創出可能な多段中継広帯域無線機の研究開発に取り組んでいます。

■原田 博司プログラム・マネージャーのコメント■



社会リスクを低減する超ビッグデータプラットフォームを構築するためには、ローカルな環境において各種センサー、メーター、モニタに代表される数千のIoTデバイスから創出された超ビッグデータを効率的に処理エンジンに伝送する必要があります。今回開発した無線多段中継無線機は、数千のIoTデバイスからの超ビッグデータを数kmの範囲内で収集し、かつそのデータを無線見通し外環境においても多段中継(1段あたりの通信距離を最大5km以上)により数十km先の処理エンジンに伝送可能とするものです。また、この無線機は情報の転送のみならず自身が収集したビッグデータも追加して伝送する機能があります。今回この規格に対応した無線機の開発に成功したことにより、簡単に超広域の超ビッグデータ収集が可能となります。

<研究の背景と経緯>

ImPACT 原田 博司 プログラム・マネージャーの研究開発プログラムでは、現状のビッグデータ規模を遥かに凌ぐ「超ビッグデータ」の創出・活用を可能とする超ビッグデータプラットフォーム(図1)を構築し、この技術による新たな社会応用として、製造工場へのサイバー攻撃、故障の撲滅を目指すファクトリセキュリティと予見先取ヘルスケア・医療サービスを目指すヘルスセキュリティに関する研究開発を行っています。

この超ビッグデータプラットフォームは、センサー、メーター、モニタ等により創出されたビッグデータを超高能率無線スマートライフラインNW(狭域系Wi-SUN^{注2)}システム)により、局所的に収集する一次的なデータ収集と、この各収集したデータを超広域高能率無線中継ラインNW(広域系Wi-RANシステム)により広域に収集する二次的なデータ収集をシームレスに統合することにより構成されます。

超ビッグデータプラットフォームの構成要素の一つである広域系Wi-RANシステムについては、これまで、国立研究開発法人情報通信研究機構(以下、「情報通信研究機構」)が国際標準化に取り組み、京都大学において当該方式の大容量伝送するための高能率受信方式の開発を行ってきました。日立国際電気は情報通信研究機構からの技術移転を受け、無線機の開発に成功し、共同で実用化を行ってきました。

しかし、従来開発した無線機では、中継接続時に1拠点あたり複数の無線機を必要とするなど、設置場所・消費電力等の観点から、超広域かつ広帯域なデータ収集システムを容易に構成する際の障壁となっていました。また、従来の中継伝送では中継局は情報の中継、転送しか行わず、中継局自身が情報収集を行い、情報追加して、転送を行うことができませんでした。さらに数kmを超える中継を無線で行う場合、双方が見通せる環境が必須であり、間に山等が存在する見通し外環境での数kmを超える中継の実現は困難でした。

<研究の内容>

本開発では、従来、2台の無線機で実現していた無線多段中継を1台の無線機で実現でき、かつ遠隔地からの情報中継だけでなく、自身が情報収集を行い、情報追加して、転送を行うことができるマルチホップ中継方式のファームウェア(物理層、MAC層)を開発しました。さらに中継接続した各無線機の通信の状態及びGPS情報位置情報を基地局で収集し、基地局において視覚的に各

無線機の状態（位置情報、RSSI、CINR、スループット）を表示する回線監視サーバの開発を行いました。

そして、上述のファームウェアを従来のWi-RAN無線機に実装しました（図2）。この無線機は利用シーンに応じて、端末局、中継局、基地局になることができます。この無線機を用い、京都市役所様の協力のもと、実際のフィールド（都市環境）において遠隔地および中継地点における映像情報の収集実験を京都市内で行いました。

この実験では、京都市役所に基地局（BS）、京都大学に中継局（RS1）を固定設置、端末局（RS2）を車上に設置した映像伝送試験（図3）を行い、見通し外環境において最大合計中継距離 8.4km（単区間中継距離最大 6.4km）において、端末局（RS2）および中継局（RS1）の二拠点で収集した映像情報をリアルタイムに基地局（BS）に向け伝送し、基地局で表示させることに成功しました（図4）。このとき各無線機的位置情報、RSSI、CINR、スループット等の情報は、開発した回線監視サーバにより確認することができます（図5）。

<今後の展開>

本試験では1ホップのみの基本中継動作の確認のみを行いましたが、今後は以下に示す機能を順次実証、必要に応じて追加実装します。

- 数10台程度のホップ等で数10kmのカバーの実現
- 各無線機配下に100~1000台のWi-SUNシステムを接続、情報伝送の実現
接続可能なハード構成の実現および情報伝送の方式検討を行います。
- 無線機情報のセンシング機能を用いたスケラブルな経路割り当て
無線機にセンシング機能を搭載し、周辺の中継局の存在有無を検知し、その無線情報を基地局に集約し、最適な無線リソースの再計算・経路割り当てを行います。

平成30年度末のプログラム完了までに、京都大学、日立国際電気の産学官連携体制のもと、医療関係、工場関係の数kmから数10km以内に存在する1000から数万のモニタ、センサーから1日数百万から数億生成されるビッグデータを、高信頼性、高レスポンス性（数10ms）を保ちつつ自らネットワーク構築し収集することができる無線通信ネットワーク（従来比100倍のカバーエリア、収容能力）を可能とする「超ビッグデータ創出ドライバ」の実現を目指します。

<参考図>

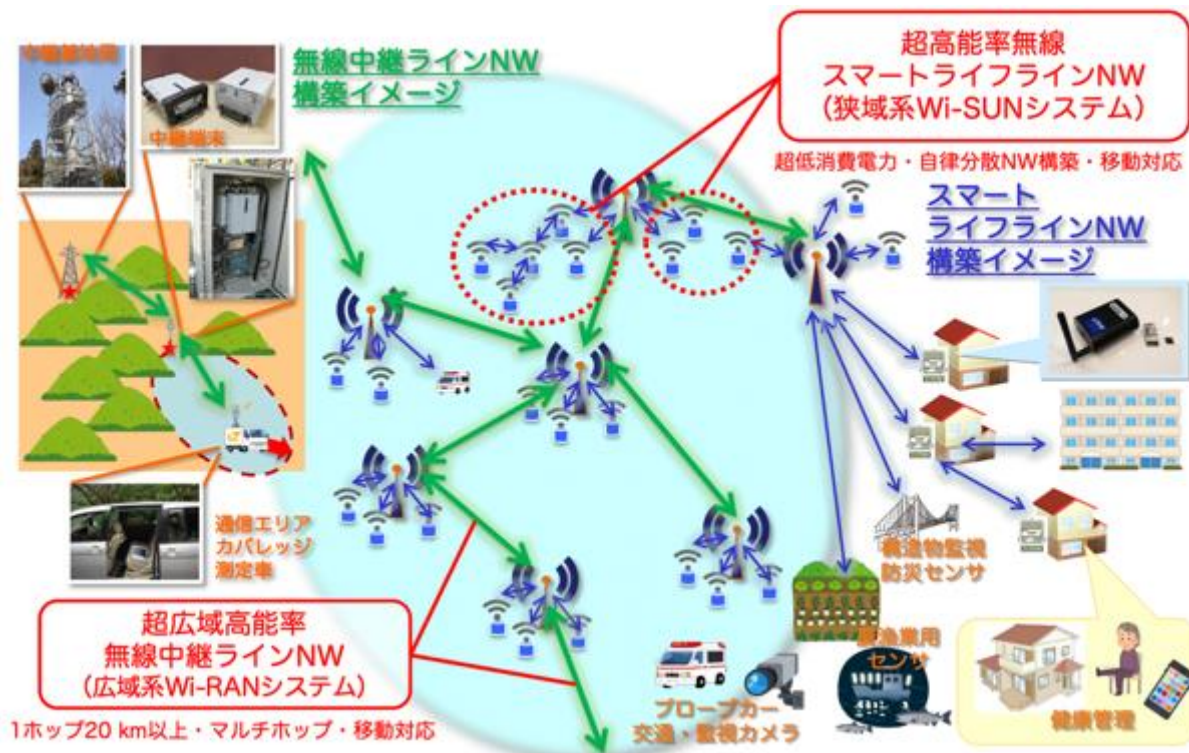


図1. 狭域系システムと広域系システムの統合による超ビッグデータ創出ドライバの概要
 (局所的に狭域系 Wi-SUN で集められたビッグデータは本開発の広域系 Wi-RAN システムでビッグデータ処理エンジンに伝送される)



項目	仕様	
通信方式	OFDMA/TDD	
変調方式	下り (DL)	QPSK、16QAM、64QAM
	上り (UL)	QPSK、16QAM、64QAM
ダイバシチ受信	最大比合成方式 (2 ブランチ)	
送信出力	5W	
外形寸法	240 (W) × 300 (H) × 180 (D) mm (フィルタ、バッテリー、ケーブル及び突起物等は含まず)	
質量	8kg 以下	

図2 マルチホップ中継方式のファームウェアを搭載した無線機と仕様

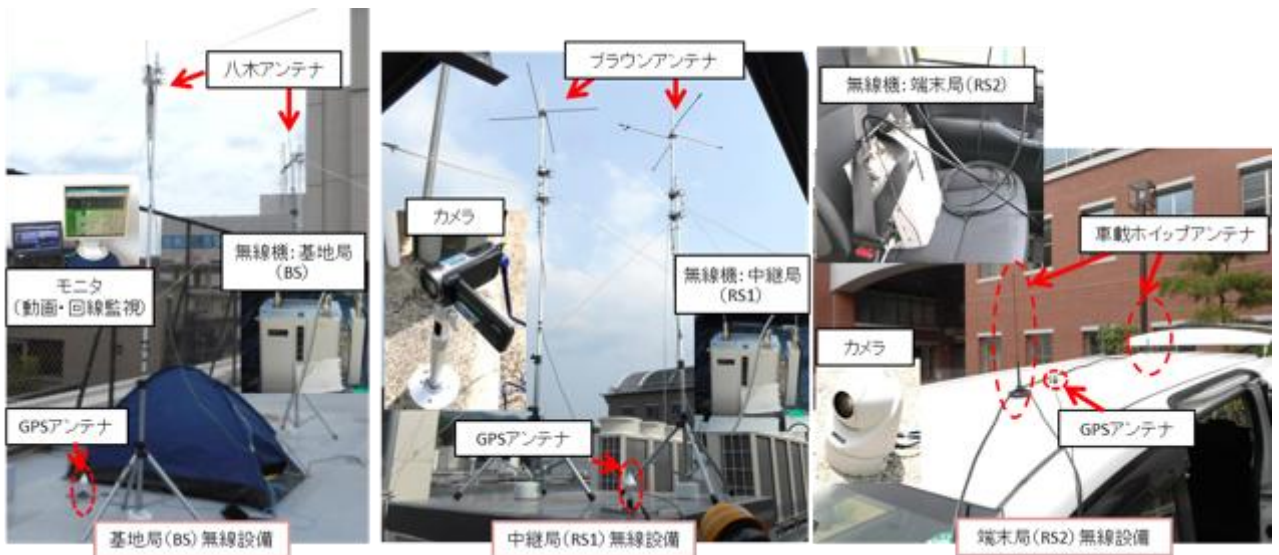


図 3 中継映像伝送試験

京都市役所に基地局（下図：左）、京都大学に中継局（下図：中）、京都市岩倉付近に車上（下図：右）に設置した端末局を配備。中継局、端末局は厳密な位置合わせを必要とせずにアンテナ等を設置しても中継を十分行うことができる。また端末局からだけではなく、中継局の映像も同時に基地局に伝送可能。

出典：Geospatial Information Authority of Japan「(国土地理院の地理院地図(電子国土Web)『京都市付近』)」を利用して無線局の情報位置、局間の距離を記載



図 4 京都市役所基地局でのモニタ画面（端末局で撮影された映像だけでなく、中継局で撮影されたリアルタイム映像を同時に基地局に伝送）地図出典：© OpenStreetMap contributors (<http://www.openstreetmap.org/>)

装置名称	IPアドレス	装置種別	装置状態	接続状態	位置情報	RSSI (DL)	RSSI (UL)	CINR (DL)	CINR (UL)	スループット (DL)	スループット (UL)	最終更新日時
電波技術B 日実験2	192.168.0.6	RS	正常	DL接続中	35°1'34.2"N, 135°46'54.7"E	-69	-77	8	6	16	468	2017/05/16 12:35:16
電波技術B 日実験1	192.168.0.5	BS	正常	DL接続中	35°0'43.3"N, 135°46'5.6"E	0	-63	0	12	0	720	2017/05/16 12:35:13
電波技術B 日実験3	192.168.0.7	RS	正常	接続中	35°5'0.1"N, 135°47'6.4"E	-75	0	12	0	9	0	2017/05/16 12:35:16

Page: 1

制御対象装置 (IP アドレス):

■ネットワーク設定:

・IPアドレス:

・サブネットマスク:

・デフォルトゲートウェイ:

■送信設定:

・自動送信:

・GPS同期運動:

・GPS圏外時送信継続:

■LED設定:

図 5 実験中における開発した回線監視サーバ画面（無線機の設置位置、無線の接続状況が、基地局においてすべて一元管理することが可能、中継局と端末局の間に山があることが確認できる）

地図出典：© OpenStreetMap contributors (<http://www.openstreetmap.org/>)

<用語解説>

注1) Wi-RAN (Wireless Regional Area Network)

数 km～数 10km の範囲をカバーする地域無線ネットワーク (Regional Area Network) の呼称。携帯電話に比較して低い周波数帯 (VHF 帯、UHF 帯) を用いて数 10Mbps 程度の伝送速度ながら数 10km の範囲内の通信を行う。主に地域系のブロードバンド回線および IoT 用の広域情報収集回線としての利用が期待されている。日本では ARIB STD-T103、米国では IEEE 802. 22、IEEE 802. 16n 等で標準化が行われている。

注2) Wi-SUN (Wireless Smart Utility Network)

国際無線通信規格 IEEE 802. 15. 4g 規格をベースにエネルギー管理、防災、工場等の各種アプリケーションを実現するために他のオープンな国際標準規格と融合させ、製造メーカー間で相互接続可能な国際無線通信規格。最大 1km 弱程度の距離で相互通信を行うことが可能。