

従来比 100 倍のエリアをカバーする IoT データ収集・制御用 広域系 Wi-RAN ^{注1)} システム用小型無線機の基礎開発に成功

ポイント

- 無線多段中継 (マルチホップ) を利用し、飛躍的に通信距離を拡大
(半径数十 km 内の数千の IoT デバイスからの情報を収集可能)
- 超広域系 Wi-RAN システム用無線機を大幅に小型・軽量化
(従来無線中継装置の容積約 1/5 化・重量約 1/4 化を実現)
- 実機による方式検証により、超広域かつ広帯域なデータ収集システムを構成するための研究開発を加速

内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 (CSTI) 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・マネージャーが推進する「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」の一環として、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、このたび広域系 Wi-RAN システム用無線機 (以下、本装置) の小型化、基礎開発に成功しました。

従来の広域系 Wi-RAN システムでは、無線中継段数に制約がある上、中継のために 1 拠点あたり複数の無線機を必要とするなど、設置場所・消費電力などの観点から、超広域かつ広帯域なデータ収集システムを構成することの障壁となっていました。

本装置は、従来の広域系 Wi-RAN システム用無線機に比べ、低消費電力かつ小型であるとともに、中継段数無制限のスケラブルな多段中継機能を具備させることにより、従来比 100 倍である数 km~数十 km という飛躍的な通信距離拡大を実現するものです。

本装置は、通信方式に OFDM ^{注2)}、変調方式に 64QAM ^{注3)} などの多値変調を用いて、数千のセンサーから情報を伝達することに必要な、大容量のデータ通信 (最大約 4Mbps) を実現し、従来の Wi-RAN 装置では 2 台の無線機で行っていた無線多段中継を 1 台の無線機で行うことにより、大幅に小型・軽量化を実現することに成功しました。

【広域系 Wi-RAN 無線多段中継装置】

- 小型化 W:210×H:90×D:200(mm) 従来比約 1/5 化(中継使用時)
- 軽量化 3kg 以下 従来比約 1/4 化(中継使用時)
- 定格無線出力 1W
- 消費電力 公称 70VA 以下
- 中継段数 原理的に無制限(基礎開発品は 36 ホップまで)

また本装置は、今後の研究開発により創出される多様な研究開発成果を、実環境下で確認するためのプラットフォームとして活用していくことを予定しています。

なお本信号処理ソフトウェア部は、京都大学大学院情報学研究科 原田 博司教授が主体的に開発した成果を用いています。

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 : 「加藤 数衛 (株式会社日立国際電気)」

研究期間 : 平成 28 年度~平成 30 年度

本研究開発課題では、数十 km 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各種センサー、メーター、モニター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 Wi-RAN 対応小型無線機は数千の 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、かつそのデータを多段中継により数十 km 先の処理エンジンに伝送可能とするものです。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はるかにしのぐ「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。

IoT（Internet of Things：“モノ”のインターネット）の時代を迎え、本プログラムで提案している超ビッグデータプラットフォーム実現のためにも、センサー、メーター、モニターなどの各種計測器に無線デバイスを備え、創出されたビッグデータをインターネットなどを介して効率的に処理エンジンに伝送する技術が求められてきています。この無線デバイスによるネットワーク（以下、NW）実現のためには、高品質で長距離かつ安全で消費電力の低い NW 技術が必要です。

また、超ビッグデータプラットフォームは、超高能率無線スマートライフライン NW（狭域系 Wi-SUN ^{注4}）システム）による一次的なデータ収集と、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。高信頼性、高レスポンス性（数十 ms）を保ちつつ自ら NW を構築して、数 km から数十 km 以内に存在する千から数万のモニタ・センサから、1 日数百万から数億生成されるビッグデータを収集するものです。

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、従来の広域系 Wi-RAN 無線機は、中継機能を持つものの、中継段数に制限があり広域をカバーすることが難しいという問題がありました。

<研究の内容>

今回の ImPACT における研究開発プログラムの中で、日立国際電気は超ビッグデータ創出ドライバ用広域系無線機の研究開発を担当し、その成果の一部として広域系 Wi-RAN システム用無線機を開発しました。主要諸元を（図 2）に示します。本装置は、従来の広域系 Wi-RAN システム用無線機に比べ、低消費電力かつ小型であるとともに、原理的に中継段数は無制限の多段中継機能を具備させることにより、従来比 100 倍である数 km～数十 km という飛躍的な通信距離拡大を実現するものです。また、従来の Wi-RAN 装置では 2 台の無線機で行っていた無線多段中継を 1 台の無線機で行うことにより、大幅に小型・軽量化を実現することに成功しました。図 3 に従来型無線機との比較を示します。中継利用時の所要設置スペースが約 1/5 化、質量では、約 1/4 化を達成しております。

＜今後の展開＞

本装置は、現在は基本的な無線通信機能のみ実装していますが、ソフトウェア無線技術を活用し、今後以下に示す研究開発成果を順次追加実装してまいります。

- 数十台程度のホップなどで数十 km の広域をカバー
従来の中継方式は無線機 2 台構成で実現しており、方式的にも 3 段中継が限界でしたが、本開発においては無線機 1 台構成で実現し、ホップ数は無制限となる方式を検討します。主にハードウェア、信号処理部の開発により実現します。
- 各無線機配下に 1000 台の Wi-SUN の接続、情報伝送
接続可能なハード構成の実現および情報伝送の方式の検討を行います。

平成 29 年度中にプログラム全体の構成要素との接続試験を完了し、最終的に平成 30 年度末のプログラム完了までに、京都大学と日立国際電気の産学官連携体制のもと、医療関係や工場関係の数 km から数十 km 以内に存在する千から数万のモニターやセンサーから、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（数十 ms）を保ちつつ自ら NW 構築し、収集することができる無線通信 NW（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＞

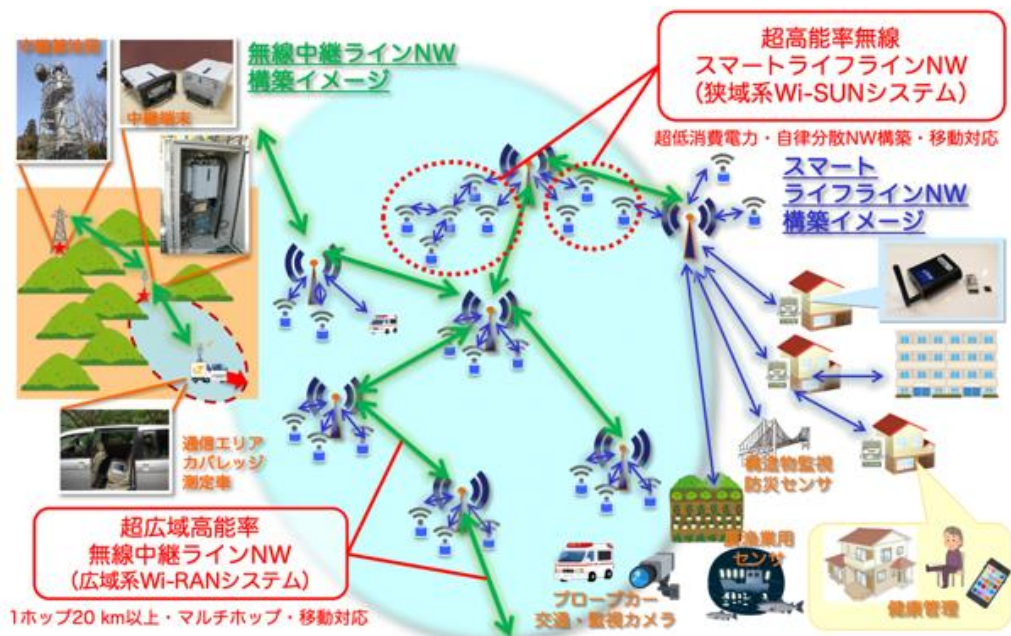


図 1. 従来別個のシステムであった狭域系 Wi-SUN システムと広域系 Wi-RAN システムの統合による超ビッグデータ創出ドライバの概要

項目	内容	
通信方式	OFDMA/TDD	
変調方式	下り (DL)	QPSK、16QAM、64QAM
	上り (UL)	QPSK、16QAM、64QAM
定格送信出力	1W (30dBm)	
ダイバシチ受信	最大比合成方式 (2 ブランチ)	
外形寸法	W : 210 × H : 90 × D : 200 (mm) (突起物含まず)	
質量	3kg 以下 (本体)	
環境対応	RoHS 対応	
消費電力	公称 70VA 以下	
その他機能	多段中継機能 36 ホップ (原理的には無制限)	
想定するカバーエリア	基地局から最大半径約 3km (オムニアンテナ利用時)	

図 2. 今回開発した広域系 Wi-RAN 無線多段中継装置 主要諸元



従来型無線機



開発した小型無線機

仕様項目	従来型無線機	小型無線機
送信出力	1W	1W
消費電力	80VA 以下	70VA 以下
外形寸法	W: 228 × H: 335 × D: 122 (mm)	W: 210 × H: 90 × D: 200 (mm)
質量	6kg 以下	3kg 以下
容積	約 10L	約 4L
中継使用時	従来型多段中継無線機	小型多段中継無線機
中継利用時の消費電力	160VA※	70VA 以下
中継利用時の所要スペース	約 20L※	約 4L
中継利用時の質量	12kg 以下※	3kg 以下
多段中継機能	2 ホップ	36 ホップ (原理的には無制限)
想定する中継通信距離	約 15km	約 117km (原理的には無制限に延伸可能)

※中継利用時、従来型は無線機が 2 台必要となる

図 3. 従来型との比較

<用語解説>

- 注1) Wi-RAN (Wireless Regional Area Network)
数 km～数十 km の範囲をカバーする地域無線 NW の呼称。
- 注2) OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
デジタル変調の一種で直交周波数分割多重方式の呼称。
- 注3) 64QAM (64 Quadrature Amplitude Modulation)
デジタル信号を無線信号に変換する変調技術のひとつで、直交振幅変調の呼称。
- 注4) Wi-SUN (Wireless Smart Utility Network)
最大 1km 弱程度の距離で相互通信を行う省電力無線通信規格。標準化は情報通信研究機構の主導により実施された。