

長距離化公共ブロードバンド移動通信システムによる 単区間 100km 超映像伝送に成功

～100km 超、双方向、映像伝送可能な IoT 用無線通信システムを開発、実証～

京都大学大学院情報学研究科 原田博司 教授の研究グループと株式会社日立国際電気は、このたび公共ブロードバンド移動通信システムとして開発を行ってきた広域系 Wi-RAN(Wireless Regional Area Network)システムに長距離伝送機能を新規追加し、筑波山（茨城県つくば市）－城山湖（神奈川県相模原市）間 102km のブロードバンド無線データ伝送に成功しました。この試験は 5W 出力無線機（中心周波数:195MHz、公共 BB 帯域）および 40W 出力無線機（中心周波数:214MHz、VHF-High 帯域）の二種類の無線機を用い、それぞれ上り下りトータル 9Mbps のデータ伝送が安定して行うことができることを実証し、さらに、ネットワークカメラを用いた双方向での映像伝送の実証を行いました。このような 100km 超、双方向、映像伝送可能な IoT (Internet of Things) 用無線通信システムは世界初の成功となります。

ポイント

- 物理フレーム最適化により最大伝搬距離を 4 倍に拡大
- 簡易設置で筑波山－城山湖間 102km の無線リンクを実証
- 双方向での 9Mbps の伝送速度の実現、また映像伝送に成功

【研究の背景】

公共ブロードバンド移動通信システムは、平時においては、各種センサー、メーター、モニターからのビッグデータを広域に収集するための IoT 用無線基幹回線として、また災害時においては、現場の状況を広域に高品質な映像により省庁、自治体等に伝送するための IoT 用無線基幹回線として導入がされつつあります。このシステムはすでに電波産業会（ARIB）においても ARIB STD-T103 および STD-T119 として標準化もされています。このシステムは通信方式に OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)/TDD(Time Division Duplex)を用いており、長距離伝送を行うことができますが、上り・下りのギャップタイムの規格上の制限から、最大伝搬距離は 30km 程度にとどまっていた。

【研究の内容】

今回、上記ギャップタイムを長距離伝搬用に最適化および物理層の改造を行いました。これにより、原理的には最大 120km の伝搬が可能になります。また、ハードウェアについても長距離伝搬用途に 40W 出力の無線機の開発を行いました。

実験は図 1 に示す 5W 出力無線機および 40W 出力無線機を用い、筑波山京成ホテル様、相模川発電管理事務所様のご協力のもと行いました。

筑波山－城山湖間は図 2 に示すように直線距離 102 km の見通し環境となります。アンテナは 5 素子八木アンテナ（利得：10dBi）を用い、中心周波数は 195MHz および 214MHz で実験を行いました。アンテナ設置環境を図 3 に示します。

アンテナ、無線局、モニタ用 PC およびネットワークカメラの設置は各無線局で 30 分以内で完

了し、無線機の電源投入後数分で無線リンクの確立に成功しました。アンテナの方向合わせについても、おおよその方向に合わせるだけの簡易設置で 100km を超える無線リンクを実現することができました。

試験結果を表 1 にまとめます。5W 出力無線機、40W 出力無線機ともに非常に良好な CINR(Carrier to Interference and Noise Ratio)が得られており、変調符号化方式は本システムの最高レートに対応する 64QAM-符号化率 3/4 での通信ができました。実際にデータ伝送試験を行い、上り下りトータルで約 9Mbps の安定した通信ができることを実証しました。さらに、双方向で映像伝送試験を行い、安定したリアルタイム双方向動画伝送に成功しました（図 4）。

今回の試験では、樹木等による遮蔽損失や長距離伝搬時に懸念される長遅延波の影響も無視できる理想的な伝搬環境であり、5W 出力無線機においても 64QAM-符号化率 3/4 での通信が確立できましたが、一般的な長距離伝搬環境においてはさらに 10～20dB のマージンを考慮に入れる必要があることから、信頼性の確保という観点から送信出力は 10W～40W クラスの無線機を用いるのが適していると考えられます。

【今後の展開】

今回、伝搬距離 100km を超える環境下での双方向映像伝送が可能であることが実証できました。この結果を踏まえ、長距離ブロードバンド無線通信の社会実装に向け多種多様なアプローチを行っていく予定です。

本研究開発において、5W 出力無線機に関しては、内閣府革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）原田博司プログラム「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」において開発した無線機をベースに開発し、中心周波数 214MHz を用いた 40W 出力無線機については、現在、総務省において検討されている「放送用周波数 VHF-High 帯域の活用方策*」に関する提案ならびに実証試験の一環として実施したものです。

* http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/housou_kadai/02ryutsu08_04000342.html



5W 無線機



40W 無線機

項目		仕様	
送信出力		5W	40W
中心周波数		195MHz(公共 BB 帯域)	214MHz (VHF-High 帯域)
チャンネル幅		5MHz	
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)	
外形寸法 ^{※1}		210(W) × 140(H) × 197(D) mm	4 3
質量 ^{※2}		4.8 kg 以下	12.5kg 以下
データ伝送速度 (双方向トータル)		2.15 Mbps ~ 9.75 Mbps ^{※3}	
最大伝搬距離		120 km	

※1： 突起物は含まず

※2： 各種オプション品含まず

※3： 無線環境・接続構成による

図 1 実験に使用した Wi-RAN 無線機と仕様 (長距離化)

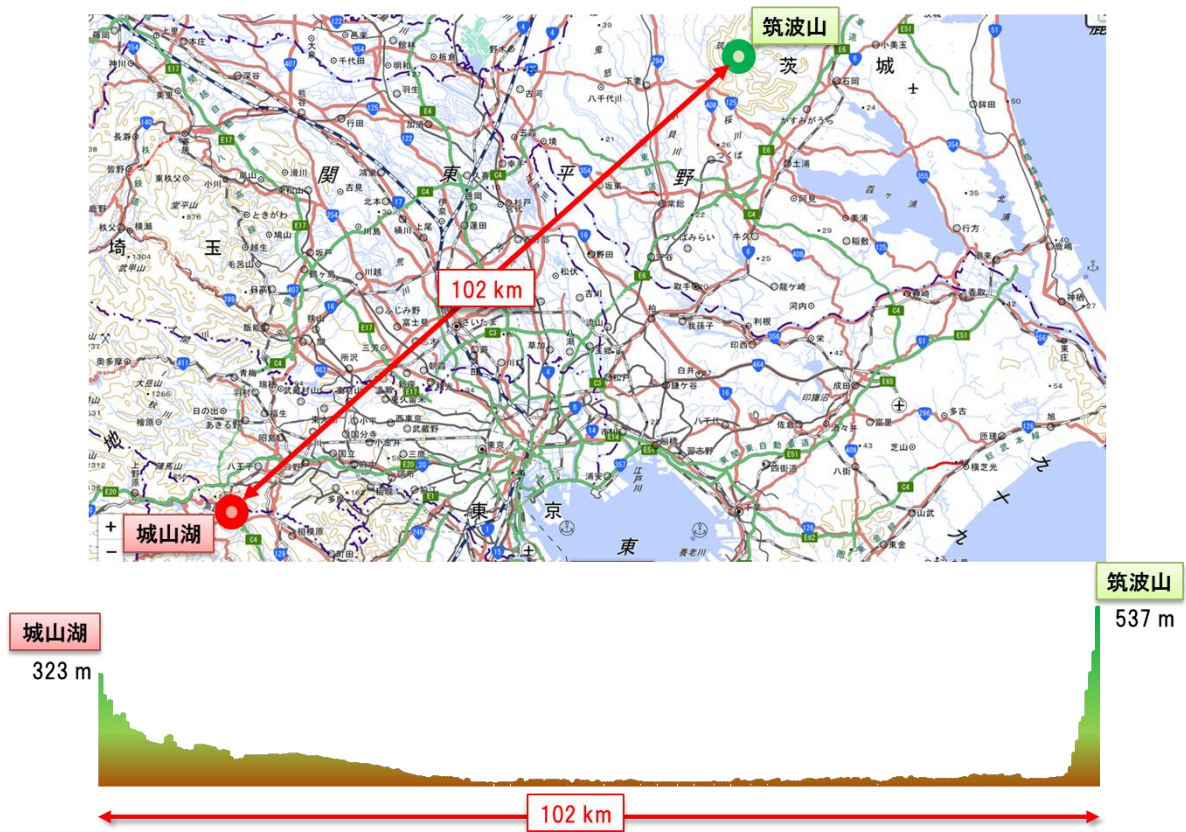


図 2 長距離伝搬試験場所

出典：Geospatial Information Authority of Japan「(国土地理院の地理院地図(電子国土 Web)『関東地区』掲載)」



図 3 アンテナ設置環境

表 1 試験結果

項目	5W 出力無線機	40W 出力無線機
受信電力	-66 dBm	-57.5 dBm
CINR	27 dB	33 dB
スループット※	9.1Mbps	9.1Mbps

※上り下りのトータル値



図 4 双方向映像伝送試験の画面キャプチャ

左図：城山湖←筑波山映像 右図：城山湖→筑波山映像

*こちらに掲載されている情報は、発表日現在のものです。その後予告なしに変更されることがあります。また、最新の情報とは内容が異なる場合がございますので、あらかじめご了承ください。