

自営用VHF帯ブロードバンド無線の高度化と 利用シーンの拡大

～ 公共ブロードバンド移動通信システムの陸上・海上・上空利用と多段中継の展開 ～

2011年7月のVHF帯地上アナログテレビジョン放送のデジタル方式への移行に伴い、空き周波数を活用し災害現場等の映像情報を迅速かつ機動的に伝送可能とする「公共ブロードバンド移動通信システム」の導入制度化以降、普及促進のための高度化が進んでいる。

陸上移動局の運用に始まり、海上利用、多段中継通信の制度化に続き、今般、上空利用に向けた実証試験が進められた。

ここでは、公共ブロードバンドに期待される多様な利用シーンについて概要を紹介する。

株式会社日立国際電気

加藤 数衛 浅野 勝洋 (ソリューション本部)

石崎 雅之 山本 清志 (次世代技術開発センタ)



陸上利用



上空利用



海上利用



ドローンへの搭載状況

公共ブロードバンド移動通信システムの多様な利用シーン

はじめに

我が国は地震・津波などの大規模災害に加え、台風や豪雨など、世界的にも有数の災害多発地域の地勢にある。直近では、令和元年秋に甚大な被害をもたらした台風による大規模停電による通信障害など、大きな社会問題になった事象は記憶に新しい。

このような背景の中、被災現場などのリアルタイム映像伝送を可能とする有効な伝送手段として、2010年8月、公共ブロードバンド移動通信システム（以降、公共ブロードバンドと称す）が制度化され、現在、公共分野における自営ブロードバンド無線通信として導入が進んでいる。

公共ブロードバンドの概要については、本会報2017年9月No.318号[1]において、紹介をさせて頂いた。今回、これまで当社が取り組んできた公共ブロードバンドの高度化に関する技術開発状況に関して、昨年度、総務省信越総合通信局殿において実施された「上空利用」の実証試験を踏まえ、今後、期待される多様な高度化と陸上、海上、及び上空における利用シーンならびに、多段中継通信を中心に網羅的に紹介する。

公共ブロードバンドのシステム概要

まず、公共ブロードバンドのシステム概要について、以下に述べる。表1に一般的な主要諸元、表2に当社製無線装置の技術的特長・機能、及び図1に無線装置外観を示す。

公共ブロードバンドは表1に示すとおり、OFDM/TDD方式を採用し、1チャンネルあたり5MHz幅の6チャンネルが32.5MHz幅帯域内に配置され、移動局・携帯局、可搬型基地局とも空中線電力5W以下と規定されている。また、表2に示すとおり、VHF帯の伝搬特性から山間部、あるいはビルなどの建造物による

表1 公共ブロードバンド移動通信システムの主要諸元

項目	規格
周波数帯	VHF帯 170～202.5MHz
送信電力	5W以下（平均電力） 移動局・携帯局・可搬基地局
チャンネル帯域幅	5MHz
通信方式	TDD
アクセス方式 変調方式	OFDM/OFDMA QPSK, 16QAM, 64QAM

表2 当社無線装置の主要な特長・機能

#	特長・機能
1	・ VHF帯の伝搬特性を活かした見通し外通信
2	・ 最大伝送速度 約8Mbps (IPインタフェースによる大容量データ伝送) ・ 高速移動・耐マルチパス環境に優れた伝送モードを採用
3	・ 受信ダイバーシチ方式 (最大比合成) 採用による良好な受信特性
4	・ 長距離伝送 (最大約30km)
5	・ 多彩な通信モードを搭載 ● 1:1対向通信 ● 1:N通信 ● 基地局折り返し通信 ● 多段中継通信 (ARIB STD-T119準拠 蓄積型時分割制御方式を推奨)

見通し外伝搬路においても、良好な映像伝送が行える大きな特長を有している。また、伝送距離 3 ～ 10km で最大約 8Mbps 程度の伝送が可能である。

図 1 に示すとおり、当社無線装置は防水性を有する堅牢なアルミニウム筐体構造を採用するアウトドアモデル (A4 サイズ)、及び小型軽量化を図ったインドアモデルから成る。また、両モデルとも送信電力 5W 機及び 1W 機を有し、移動局・携帯局、及び可搬基地局は同一筐体となっている。

なお、後述するドローン搭載による上空利用におけ



図1 公共ブロードバンド無線装置外観

- ※ (a) アウトドアモデルは国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) の技術移転を受け、製品開発をしました。
- ※ (b) インドアモデルは内閣府革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 「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、当社と京都大学 原田研究室により共同開発されたものです。

る実証試験においては、最軽量のインドアモデルの 1W 機 (本体質量約 2.5kg 以下) を用いた。

公共ブロードバンドの高度化と利用シーンの拡大

公共分野における利用シーンの拡大に應えるため、海上利用を含めた多段中継通信の制度整備が 2017 年 9 月に施行された。当社は、これまでの公共ブロードバンドの取り組み実績を踏まえ、技術検討、実証試験などに積極参画をさせていただいた経緯にある。この制度化により、従来の陸上移動局免許に加えて「携帯基地局、携帯局免許 (上空を除く)」が追加され、陸上だけでなく沿岸海上、あるいは日本周辺海域、EEZ (排他的経済水域) において利用可能な映像伝送システムの構築が可能となり、既に一部で運用が開始されている。

さらに、本会報に掲載されている総務省信越総合通信局殿の公共ブロードバンドの上空利用に関する実証試験に関する寄稿のとおり、上空における利用の可能性について検討が行われた。

このように、陸上、海上及び上空における利用シーンが拡大することにより、他の無線システムとの連携運用を含めた多様なソリューションの提供が可能になると期待される。以降、公共ブロードバンドの高度化と利用シーンの拡大事例として、ホットなトピックである上空利用、多段中継通信による広域系 Wi-RAN (Wireless Regional Area Network) マルチホップ機能等について述べる。

上空利用のための調査検討及び実証試験

2019 年度、信越総合通信局殿において「中山間地域における公共 BB の有効利用を図るための上空利用に関する調査検討会」が開催され、実証試験を踏まえ、一定の条件を満足すれば公共ブロードバンド (公共 BB) の上空利用が可能とする調査検討結果 [2] が取りまとめられた。

当社は、本調査検討及び実証試験に積極貢献をさせて頂いた経緯にあり、今後、早期の制度化を期待するものである。

図 2 に調査検討が想定する上空利用イメージ [3] を示す。本調査検討においては、中山間地域における災害の集落の孤立化や山岳遭難における救急・救命活動等への映像伝送の有用性、技術的条件等について、実証試験を踏まえた検討を行なった。

その取り組みの中で実施された、上空利用における

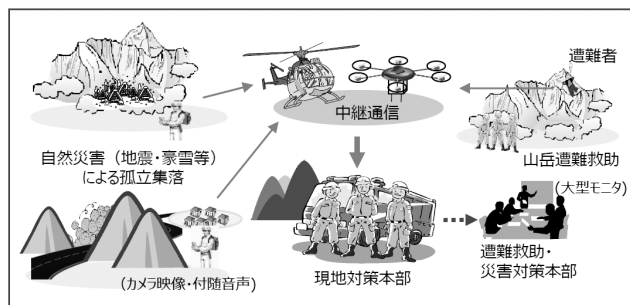


図2 公共ブロードバンドの上空利用における中継通信による映像伝送のイメージ

中継通信による映像伝送に関する実証事例について、以下に述べる。なお、中継方式は、1周波数による蓄積型時分割制御方式[4][5]を採用している。

本実証試験は長野県内の白馬村周辺において、実施され、中継通信については、図3に示すとおり、山岳遮蔽で直接通信が困難な区間（A：サンサンパーク白馬、B：白馬村役場）間で遭難救護を模擬した映像・付随音声の双方向伝送の実証を実施した。ここで、ドローン搭載による中継地点として、C：エイブル白馬五竜スキー場を選定した。



図3 通信拠点と中継地点との位置関係

図3に示す通信拠点と中継地点におけるA-B地点間の地形の標高差の断面イメージを図4に示す。また、図5に中継地点Cを挟んで、A-C地点間、及びC-B地点間の合成断面イメージを示す。

図4から、A-B地点は直線上の地上間距離約5.5kmに対し、途中に標高差約250mの山岳遮蔽の地形にあり、通信ができない状況にあることが容易に理解される。そこで、図5に示すとおり、C地点上空にドローンに搭載した無線装置を上昇させることで、中継通信

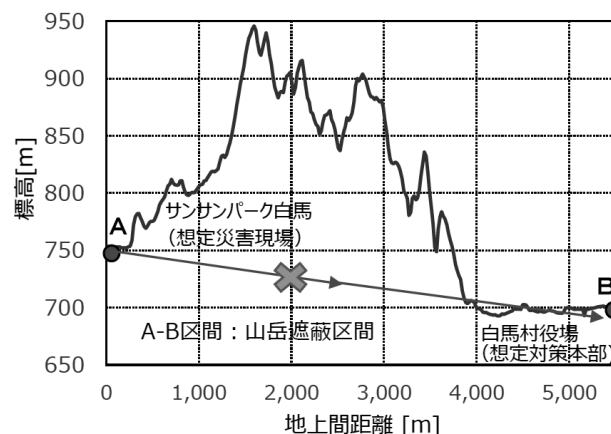


図4 通信拠点間の標高差の断面イメージ

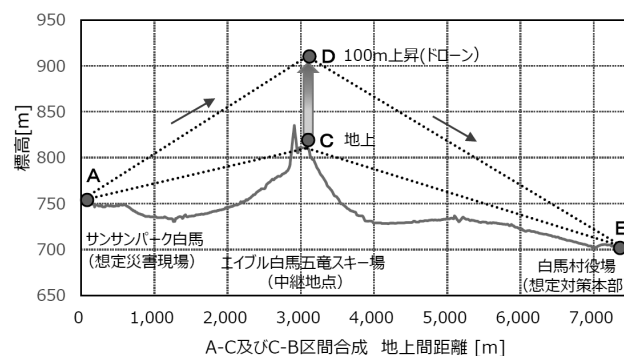


図5 A-C地点間、及びC-B地点間の合成断面イメージ

による良好な通信路を機動的に確保することができ、山岳遮蔽等の中山間部における中継通信の有用性が実証された。

なお、本伝搬試験においては、通信回線品質の向上に有効な受信ダイバーシチ方式を採用した。

利用シーンの拡大と多段中継の展開

このように、今後、上空利用が制度化されることにより、ドローン搭載による中継通信、あるいは、Wi-Fiに対して、長距離のリアルタイム映像伝送などの利用シーン、さらにヘリコプター等の航空機での利用可能性も想定される。例えば、陸上、海上、及び上空での運用を連携することで、広域をネットワークする機動的かつ多様な利用シーンの拡大が期待できる。

1周波数による多段中継通信の応用に関して、当社は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）・原田（博）プログラムの取り組みとして、京都大学と共同で広域系Wi-RANの研究開発を進めてきた。Wi-

RAN [6] は数 km ～数十 km の範囲をカバーする地域無線ネットワークとして、マルチホップ機能を有することを特長とし、主に地域系のブロードバンド回線、あるいは M2M/IoT 用途の広域情報収集基幹回線として有効なシステムを提供可能と考えている。例えば、複数の組織が共同利用を可能とする「共同利用型基幹 M2M/IoT 無線システム」のサービス概念を図 6 に示す。公衆回線網が十分でない中山間部等における災害時の臨時回線として、防災・救援情報、医療情報伝送などの従来にないプラットフォームとして活用可能と考えられる。

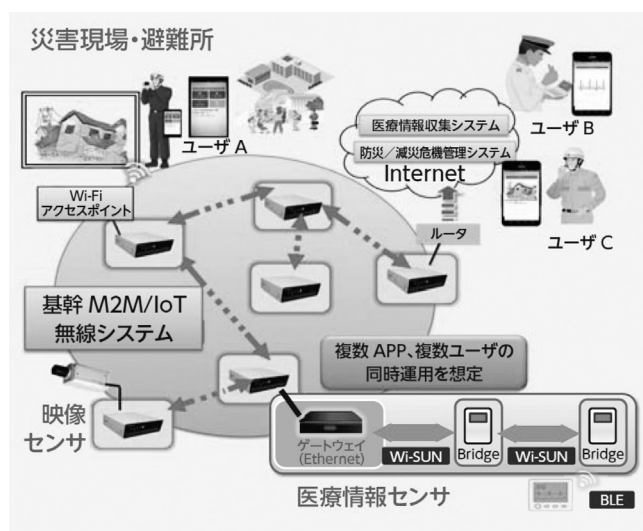


図6 共同利用型基幹M2M/IoT無線システムのサービス概念

さらに、筆者らは以上のような取り組みに加え、公共ブロードバンドの伝搬特性の特長を生かした森林内における映像伝送による地籍調査 [7]、あるいは、1 無線区間において、伝送距離 100km 超 [8] の実証試験等を実施し、その発展的な有効性を示してきた。その中で、映像伝送による地籍調査の利用シーンに関する実証試験の概要について、以下に述べる。

我が国は国土面積の約 2/3 を森林が占める地勢にあり、洪水・渇水対策のための水源かん養機能の維持向上、あるいは原木の伐採作業など林業分野の高度化・効率化が求められている。その前提となる森林の境界確定のための地籍調査は、現在、地権者の高齢化に伴い、現場での実施が難しい状況になっている。そこで、その課題解決の一手段として、森林組合などの公的組織の人間が山中を移動してこの境界付近を動画撮影し、その映像を山麓まで伝送することにより、地権者が山麓エリアにおいてリアルタイムに確認する実証試験を高知県須崎地区において行った。

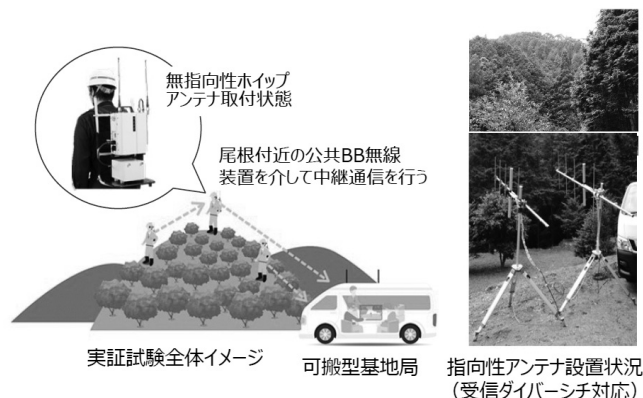


図7 映像伝送による地籍調査の実証試験イメージ

図 7 に映像伝送による地籍調査の実証試験イメージを示す。ここでは、尾根付近に中継用の公共ブロードバンド無線装置を設置し、尾根越えの完全に見通し外の森林内からウェアラブルカメラで撮影した映像を山麓に設置した可搬型基地局へ伝送し、無線回線品質の評価及び受信映像の状況を観測した。なお、実証試験は、実際の地権者に立会い参加を頂いて実施された。

図 8 に映像伝送による地籍調査の実証試験の状況を示す。



ウェアラブル/360°カメラによる森林内からの映像伝送事例



図8 映像伝送による地籍調査の実証試験の状況

地籍調査が必要な森林地域は、今回の実証試験地区のように携帯電話の電波が届かない通信環境が多い。

このような環境で映像伝送用途に広く利用されているWi-Fiを適用した場合、伝送距離は最大でも数10m程度が限界となる。これに対し、本実証試験では、中継用無線装置を基点にそれぞれ約300mを超える森林内エリアから、地籍調査に資する映像・付随音声の双方向伝送が可能ことが実証され、地籍調査における公共ブロードバンドによる映像伝送の有用性が確認された。

今後、林業分野における過疎や従事人口の高齢化等の等の社会課題の解決に対して、ICTによる高度化・効率化の一環としての利用が期待される。

公共ブロードバンドによる国際貢献

2015年4月に発生したネパール連邦共和国におけるネパール大地震の復興支援として、当社は、2015年7月、ITU-D^{*1} およびネパール連邦共和国のNPO法人ENRD (E-Networking Research and Development) より山岳地帯無線システムに関する要請を受け、公共ブロードバンドの無線装置を寄贈するとともに、現地機器設置作業および現地エンジニアに対する操作トレーニング等を実施するなど、国際連携による貢献を行った[9]。

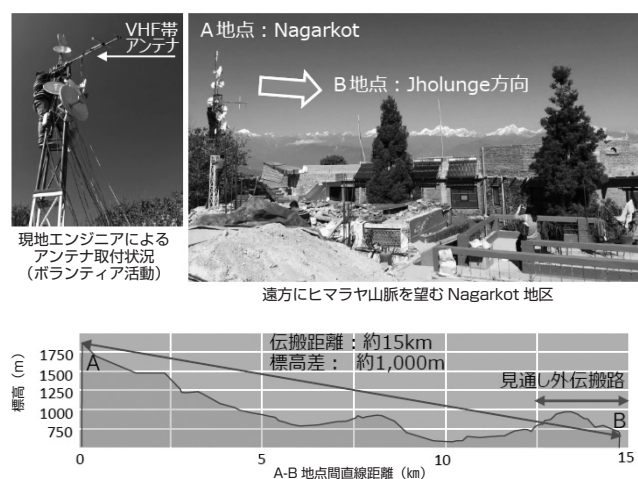


図9にネパール連邦共和国における現地通信拠点と伝搬路の概況、ならびに図10に緊急臨時インターネット回線としての現地運用トライアルの状況を示す。

図9に示すように、構築した無線環境は完全な見通し外にあり、伝送距離15km、高低差1kmと大変劣悪な環境にあるが、公共ブロードバンドの良好な伝搬



特性を利用することで、地震により従来の無線通信手段が途絶した山間部の小学校にインターネット回線を一日で構築することができた。

おわりに

総務省信越総合通信局殿において、昨年度実施された公共ブロードバンドの上空利用に関する実証試験を踏まえ、これまで当社が取り組んできた陸上、海上、及び今般の上空における利用シーンならびに、多段中継通信を中心に紹介した。また、当社の国際貢献事例についても述べた。

今後、公共ブロードバンドの高度化による多様な利用シーンが一層拡大し、我が国の安心・安全、危機管理等の分野において有効に生かされることを期待するとともに、幅広い普及促進に向け、さらなる貢献をしていく所存である。

<参考文献>

- [1] 加藤、浅野、堂坂、木本：電波技術協会会報 FORN, No.318, pp.22-25, 2017年9月
- [2] 総務省信越総合通信局 報道資料、「救急・救命活動において上空からの災害現場等の映像伝送が可能に～調査検討会の報告書を公表～」, 令和2年3月27日。
- [3] 総務省信越総合通信局, 「中山間地域における公共BBの有効利用を図るための上空利用に関する調査検討」報告書, p.1, 令和2年3月
- [4] 総務省情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会報告, 諮問第2039号公共ブロードバンド移動通信システムの高度化に関する技術的条件, 平成29年5月19日
- [5] ARIB 標準規格 STD-T119, 「200MHz帯広域移動無線中継通信用無線設備(可搬型)」(1.1版)
- [6] 日立国際電気・京都大学ニュースリリース, 「IoTデータ収集・制御用広域系Wi-RANシステムによる70km超無線多段中継伝送を用いた多地点広域データ伝送試験に成功」, 17年10月18日
- [7] 日立国際電気ほかニュースリリース, 「森林による見通し外環境下での広域系Wi-RANを用いた映像伝送に成功～林業における業務効率化に向けた新ソリューションへの適用実証～」, 2018年6月29日
- [8] 日立国際電気・京都大学ニュースリリース, 「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～」, 2019年4月15日
- [9] 加藤数衛: 「自営業務無線のデジタル化の変遷とブロードバンド化の動向」, 日立国際電気技報 2017, No. 18, pp.10-22, 2018年3月

^{*1}International Telecommunication Union-Telecommunication Development Sector (国際電気通信連合開発部門)