

中山間地向けの異周波数の LPWA 伝送を組み合わせた 非常通信システムの開発

湯瀬 裕昭[†] BATBOLD ORKHON[†] 菅原 巧貴[‡] 小坂 弘史^{†3} 永田 章二^{†4}

静岡県立大学大学院経営情報イノベーション研究科[†]

株式会社テクノサイト ITソリューション部[‡]

スカパーJSAT 株式会社 法人事業部^{†3}

島田市役所 戦略推進課^{†4}

1. はじめに

大規模災害の発生により既存のインターネット回線・モバイル通信回線が利用できない状況が想定される。特に中山間地では通信途絶が途絶し、孤立する可能性がある。近年、LPWA がセンサーノードからのデータ収集などに用いられるようになってきたが、LPWA を防災情報通信のために利用するため研究も行われている[1]。

本研究では、LPWA の省電力・広範囲という特性と人工衛星を利用した衛星インターネット回線を組み合わせ、さらに LPWA 無線では異なる周波数の LPWA 無線を中継することにより、中山間地向けの新たな防災情報通信の仕組みの構築を目指していく。

2. 429MHz LoRa 変調無線の伝搬特性の調査

中山間地における 920MHz 帯の LPWA の伝搬についての通信実験が行われている[2]。周波数が高いほど電波の直進性が増すため、中山間地での LPWA 無線利用を考えた場合、920MHz 帯よりも 429MHz 帯の電波のほうが適していると思われる。そこで、静岡県島田市の笹間地区周辺で 429MHz LoRa 変調無線を使った通信試験を行い、電波の伝搬状況を調査した。図 1 に無線の伝搬状況調査を行ったエリアの地図（国土地理院地図を加工して利用）を示す。緑色の★印は、島田市山村都市交流センターさまに設置した 429MHz 無線の電波を定期的に送信する基地局の位置を表している。赤色の●印は電波の受信を試みた地点を表している。具体的には、自動車に LPWA のアンテナ一体型の送受信機（サーキットデザイン社の SLR-BAR）を搭載し、自動車で移動しな



図 1 429MHz LoRa 変調無線の伝搬調査エリア

がら基地局からの電波の受信を行い、●印の点では車を一時停止させて受信を行った。各地点での受信結果および受信時の RSSI 値は表 1 のとおりである。

表 1 受信結果

	受信結果※	RSSI 値[dBm]	備考
地点 1	○	-121dBm ~ -130dBm	
地点 2	△	-126dBm ~ -130dBm	6 割程度の受信率
地点 3	○	-119dBm ~ -128dBm	
地点 4	△	-125dBm ~ -134dBm	3 割程度の受信率
地点 5	×	-	

※○…良好, △…通信できる場合もある, ×…通信不可

基地局とした島田市山村都市交流センターさまから目視できる範囲は限られており、通信試験を行った地点 1~5 はいずれも目視不可能な地点であるが、地点 1, 3 では安定した通信が行われ、地点 2 においても 6 割程度の受信率ではあるものの通信が可能であることが分かった。

Development of an emergency communication system that combines LPWA transmission of different frequencies for mountainous areas

[†]Hiroaki Yuze, BATBOLD ORKHON, University of Shizuoka

[‡]Kouki Sugawara, Technosite.Co.,Ltd.

^{†3}Hiroshi Kosaka, SKY Perfect JSAT Corporation

^{†4}Shouji Nagata, Shimada City Office

3. 異周波数の LPWA 伝送を組み合わせた非常通信システムの通信実験

大規模災害の発生により中山間地で既存の通信網が使用できない状況を想定し島田市山村都市交流センターささまに衛星インターネット装置(東芝製 Ku バンド小型衛星可搬局)を設置し、そこから 2 段の 429MHz 帯の LPWA 通信を使って中継し、さらに 920MHz 帯の LPWA 通信で中継を行う。中継の終端地点で Wi-Fi でスマートデバイスとの接続を可能にする。2 種類の LPWA 無線通信の多段中継連携した情報通信システムの可能性を検証する。本実験では以下の 2 種類の通信を確認する。

- ① 島田市役所から終端の篠上公民館前まで衛星インターネットと LPWA の多段階中継を活用し、防災情報を伝送する。
- ② 終端の篠上公民館前から島田市役所まで LPWA の多段階中継と衛星インターネットを活用し、防災情報を伝送する。中継装置や終端装置は太陽光やバッテリーなどの電源を使って自立して動作させる。

衛星インターネットと異周波数の LPWA 伝送を組み合わせた非常通信システムの全体イメージを図 2 に示す。このシステムは表 2 に示す装置で構成されている。



図 2 非常通信システムの全体イメージ

表 2 システムの構成装置

名称	概要
防災情報発信・収集システム	防災情報の発信および収集を行う。本システムはクラウドサーバー上で動作し、ブラウザでアクセスする。
マルチゲートウェイ	インターネットと 429MHz Private LoRa の相互変換を行う。
429MHz 中継局	2 つの 429MHz 無線局の中継を行う。
LoRa 周波数変換局	923MHz と 429MHz の周波数の相互変換を行う。
情報端末 AP	923MHz の無線通信を介して、防災情報の収集および発信を行う。本システムは無線アクセスポイント化した RaspberryPi 上で動作し、スマートフォンなどのブラウザでアクセスする。

非常通信システムでは、923MHz の LPWA 通信にはグリーンハウス社の RM-EVSA-92AS-2 を使用し、

429MHz の LPWA 通信にはサーキットデザイン社の SLR-429M を使用した。

本研究で開発した非常通信システムを島田市山村都市交流センターささま、栗原公民館、篠上公民館に設置し、2020 年 2 月 19 日と 2 月 21 日に防災情報の発信・収集を行う実証実験を実施した。実験に使った機材の写真を図 3 に示す。最初に機材の断線などのトラブルが若干あったが、篠上公民館の周辺に設置した情報端末 AP に iPad を Wi-Fi 接続し、多段 LPWA 通信と衛星インターネットを活用した非常通信システムを使い、島田市役所との間で防災情報の双方向伝達可能であることを確認できた。



図 3 実験に使った機材

4. おわりに

本研究では、中山間地での 429MHz 帯の LPWA の伝送特性の調査を行った。そして、大規模災害時に中山間地で電力や通信が途絶する状況を想定して、太陽電池などの自立型電源を使い、島田市笹間地区で衛星インターネットと異周波数の LPWA 伝送を組み合わせた非常通信システムの通信実験を行った。今後、システムの改良を行いたいと考えている。

参考文献

[1] 湯瀬裕昭, 柴田義孝, 菅原巧貴, 中川泰典, 小野晶規, 無線通信技術「LPWA」を活用した防災行政無線情報発信の通信実験, 日本災害情報学会第 19 回学会大会予稿集, pp. 120-121 (2017).

[2] 湯瀬裕昭, 鍋田真一, 山間地における LPWA を活用した防災通信に関する研究, 情報処理学会第 80 回全国大会講演論文集 2018(1), pp. 419-420 (2018).