通信モジュール評価試験報告　（429MHz LoRa 無線　と　デジタル簡易無線）

（株）藤井基礎設計事務所グループ
有限会社　シンク・フジイ
開発部　小村芳生

はじめに

近年の無線通信分野の進歩はめざましい。街中の皆がスマートフォンを持ち歩き、インターネットやSNS で常に他者と情報を交換し合うようになった。身の回りの機器はインターネットに接続され、クラウド経由で操作が可能になり、AI によって自動的に動作する機器も増えてきた。この発展は IoT（あらゆるものがインターネットに接続される世界）の実現を目指して今後も続いていくと思われる。

IoT の実現は無線通信分野に多様な進歩を要求するようになった。これまで無線通信システムは、一貫してより高速でより大容量のデータを通信することを目指してきたが、ここにきて、低速で小容量のデータをより遠くまで届ける遠距離特定小電力無線（Wi-SUN、SUB - GHz、LoRa、SigFox）、電源を必要としない無線（EnOcean）方式などが現れ始めた。また、法規制においても、これまで免許が必要だった高出力の無線通信においても登録だけで手軽に使用できるもの（デジタル簡易無線局）が普及し始めた。当社は土石流警報システムに特定小電力無線、のび太安全管理システムに ZigBee 通信や Wi-Fi、携帯電話回線のデータ通信、新型勘太に Bluetooth など各種無線を使用している。観測や計測では通信するデータサイズは小さく低速の通信で事足りるが、その代わりに遠くまでデータを転送できる方が好ましい。このため地盤計測・監視の分野では今後、遠距離通信が多用されることになると予想される。

当社はすでに土石流警報システムにおいてデジタル簡易無線を使用した遠距離通信オプションの販売を開始した。のび太安全管理システムについても ZigBee 方式から SUB - GHz 方式、LoRa 方式の無線を使用した機器を開発中である。

ここでは次世代の「のび太安全管理システム」の無線方式として有望な LoRa 方式無線、すでに土石流警報システムに採用したデジタル簡易無線の通信距離を実際のフィールドで確認し、通信距離の目安を得た結果を紹介する。

Ｉ－１　LoRa　429MHz　無線モジュール通信試験

試験概要

LoRa 方式特定小電力無線モジュール評価用サンプルを使用して　LoRa 特定小電力無線による通信距離を確認した。試験は屋外での通信到達距離と建物（商業施設）内外の通信到達状況について行った。

評価用通信モジュール

モデム；サーキットデザイン製　Smart RF modem SLR-429M　（429MHz 帯　特定小電力無線）

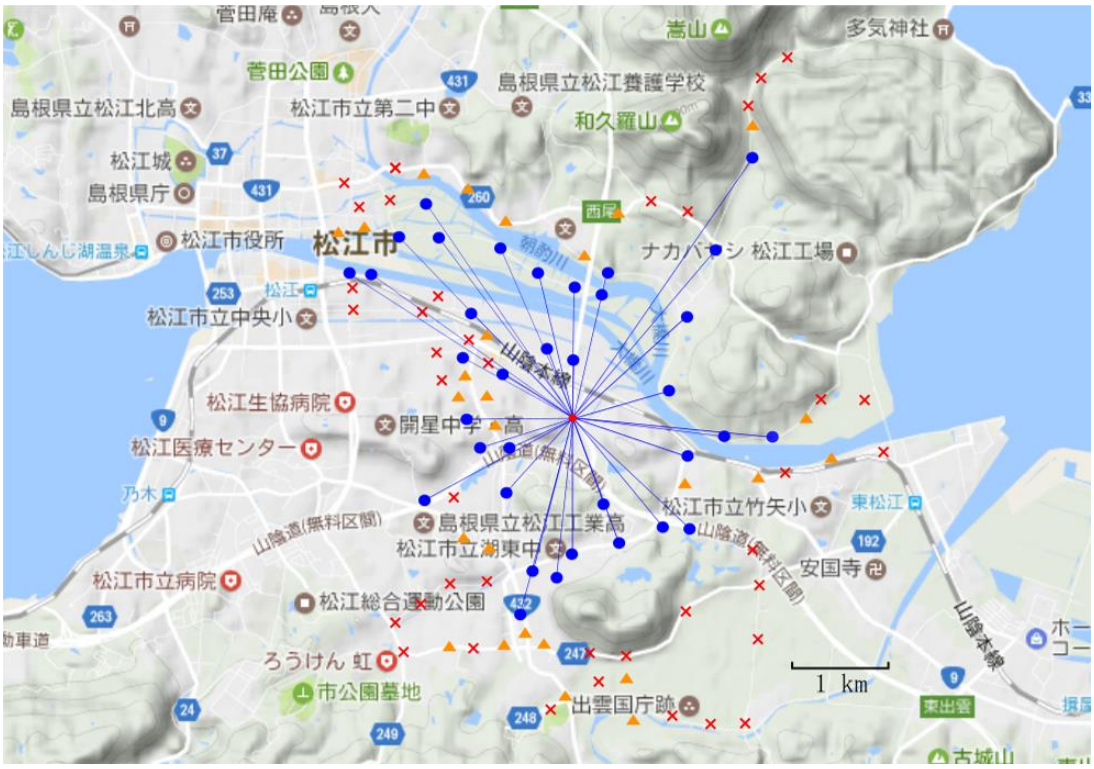
評価用ソフトウエア　；　評価サンプル用アプリケーション暫定版 Ver.　0.8（Jul.2016）

屋外通信試験

試験日　2017 年 2 月 16 日～17 日（屋外通信）

試験場所　島根県松江市東津田町を中心とする近郊

通信試験結果は以下の地図上に示す。

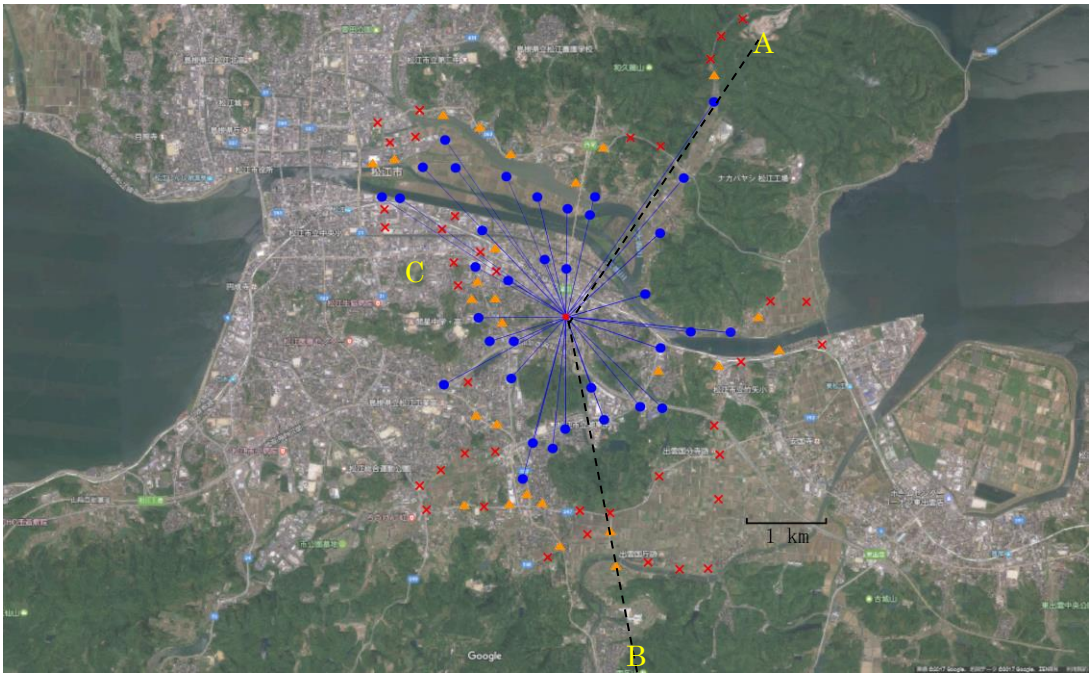


○；3 回すべて通信が確認された場所

△；通信が確認されない場合がある場所

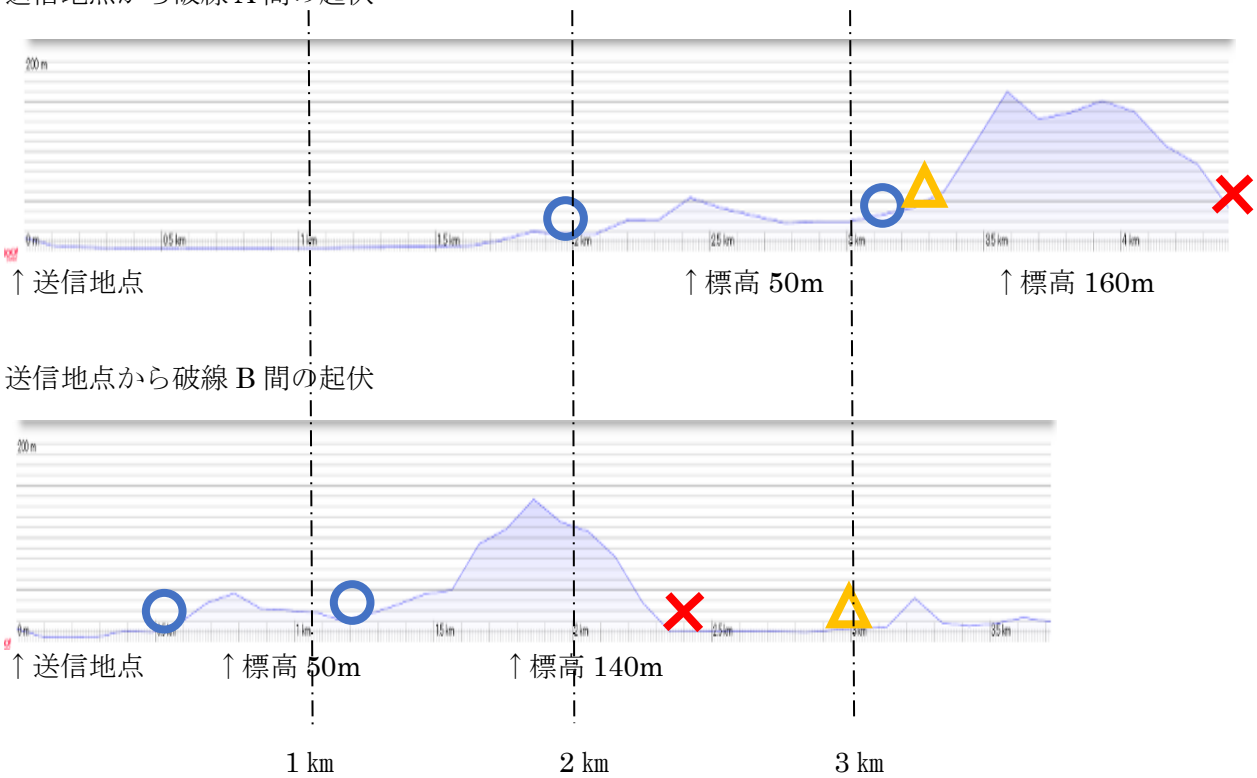
×；3 回すべて通信が確認できなかった場所

航空写真（Google）による表示



地図上　破線部（送信～受信地点）間の起伏（距離に対して山の高さは 5 倍程度に強調してある）
　　送信地点の標高は 15m 程度　会社駐車場

送信地点から破線 A 間の起伏



C 地点付近は住宅が多く、見通しがある場所や建物の陰で通信状況が変わった。

試験状況

試験は LoRa 通信送信機を 1 箇所に固定し、受信機を PC に接続して観測点を移動した。

下図は商業施設屋上の駐車場に停めた車のキャリアに送信機を設置、商業施設店内をパソコンと接続した受信機を持ち歩き、通信状況を調べた状況写真。

商業施設（松江イオン）屋上駐車場

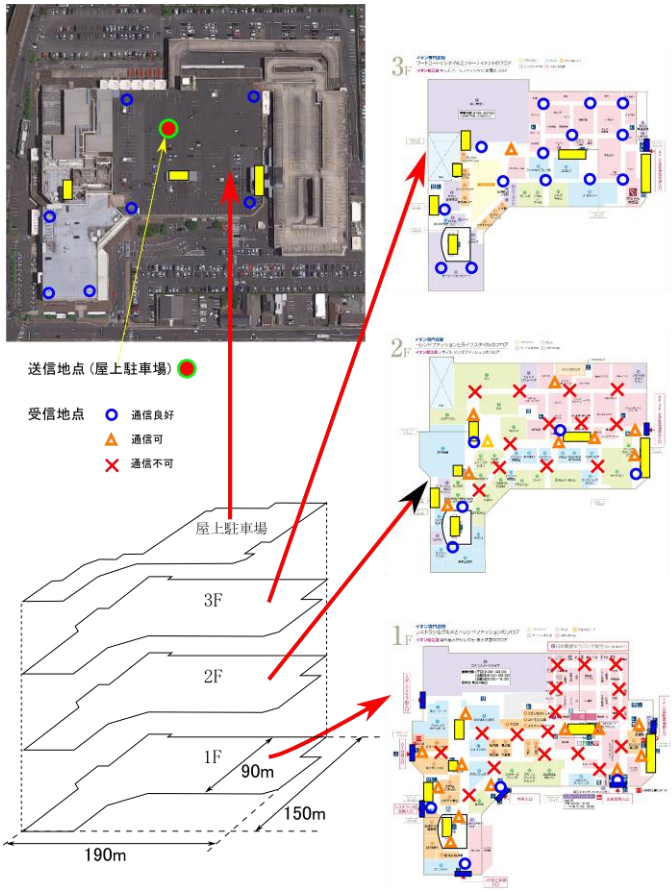
車屋根キャリアに送信機を設置

持ち歩き用受信機＋PC

Ｉ－２　商業施設内外通信試験

試験日　2017 年 2 月 22 日（商業施設内外通信）

試験場所　島根県松江市東朝日町　商業施設（イオン松江店）内



商業施設の屋上駐車場に停車した車のルーフキャリアに送信機を固定

施設内で PC に接続したモジュールから送信して通信を確認した。

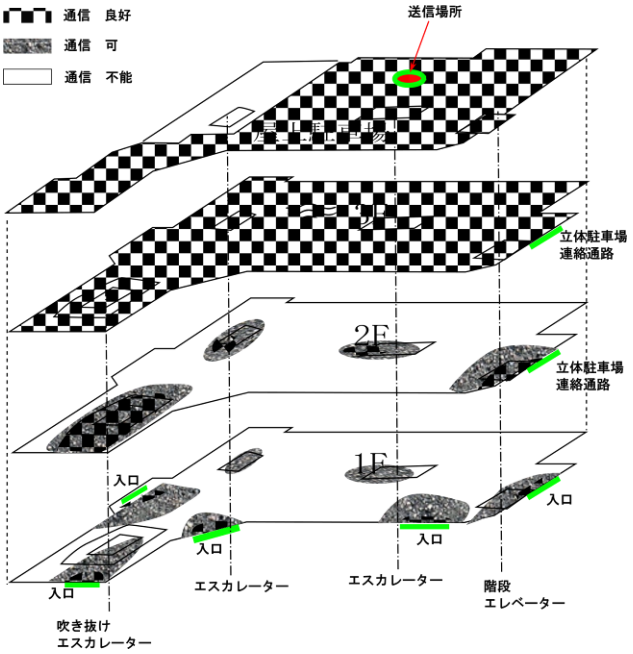
通信は 3 回行い、次のように区別、表示した。

○；3 回すべて通信確認

△；通信が確認されない場合がある場所

×；3 回すべて通信不能

イオン松江店　外観



おおよその通信状況を模様分けして表示する。

市松模様；　通信可能（良好）

砂模様;　通信可（通信不可の場合あり）

無地；　通信不可

エスカレーターや階段、吹き抜けなどにより上下の階が繋がっている場所は通信可能。

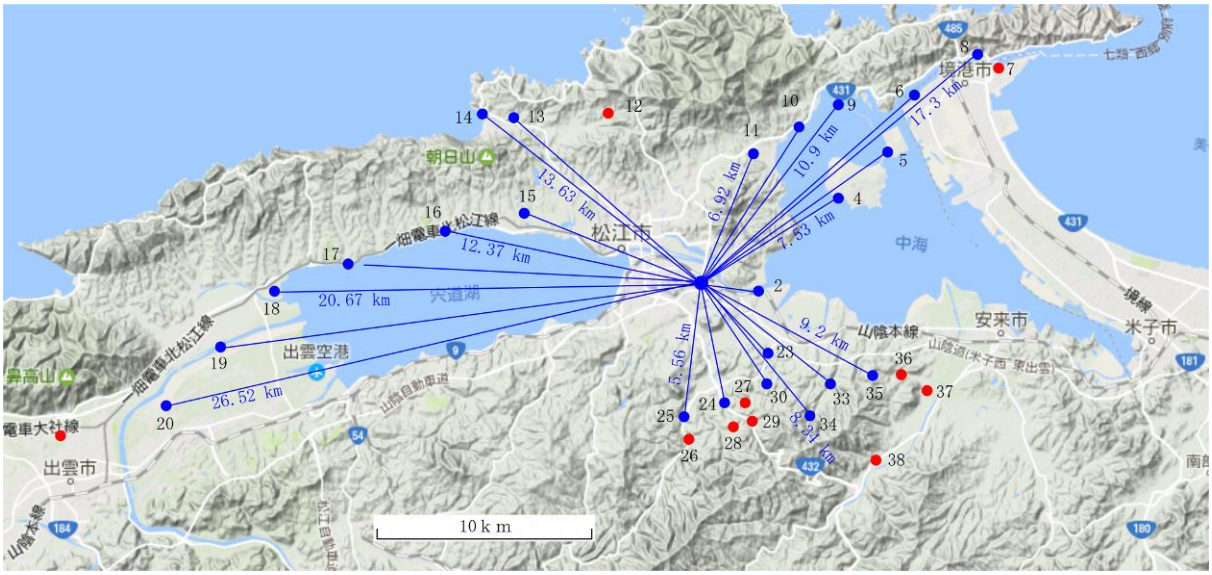
出入り口などで通信できる場所は屋外から電波が回り込んでいると思われる

Ⅱ　遠距離通信土石流警報システム；遠距離通信オプション　通信試験

当社製品「遠距離通信オプション」のデジタル簡易無線による接点信号伝達を行う場合の通信距離の目安を得るため、様々な地点から通信を行い、通信が可能かどうか調査した。

図１の地図上に示す地点と当社所在地点（島根県松江市東津田町）との間で試験を行った。

図１



送受信地点を線で結んだもの；通信到達を確認した点　　丸のみ；通信が確認されなかった点

通信が確認された主な送信地点と受信地点との距離を数字で示している。

試験実施日　平成 29 年　3 月 14 日

・通信が確認された地点のうち通信距離が最長のものは 26.52 ㎞であった。

・通信距離が 6 ㎞程度であっても、通信線上に障害物（山など）がある場合、通信不能である場所（地図上の 26、27、28、29）も見られた。

通信線上の起伏の影響について

送信地点と受信地点の間に障害物（山など）がある場合、通信距離は短くなる。通信線上の起伏の通信距離に及ぼす影響を調べた。

図２

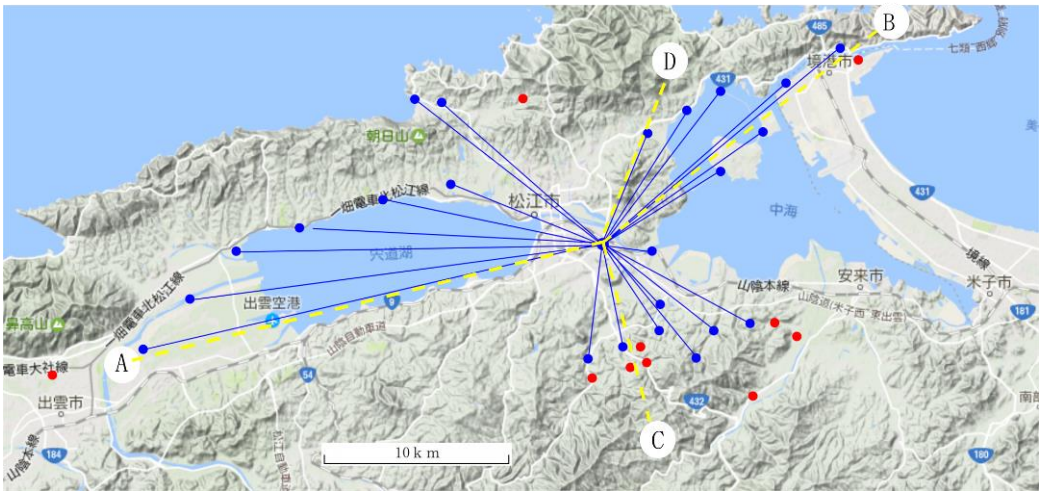
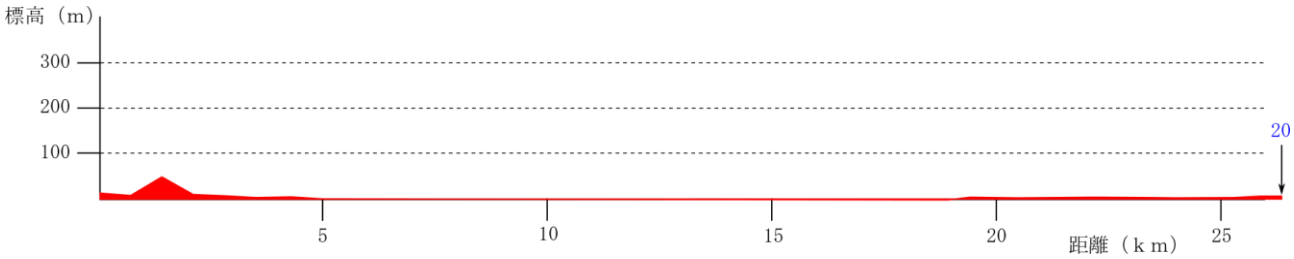


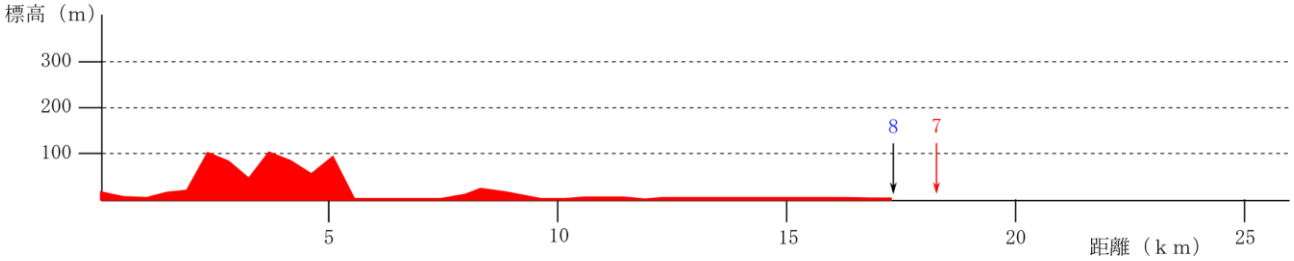
図２の地図上の破線の間の起伏（山の標高）の状況を以下に示す。（以下のグラフ上の標高は実際の標高の約 10 倍に強調して表示）距離 0 ㎞の原点を受信地点として送信地点までの標高を示す。

A　通信距離 26.52 ㎞　No.20　（到達）



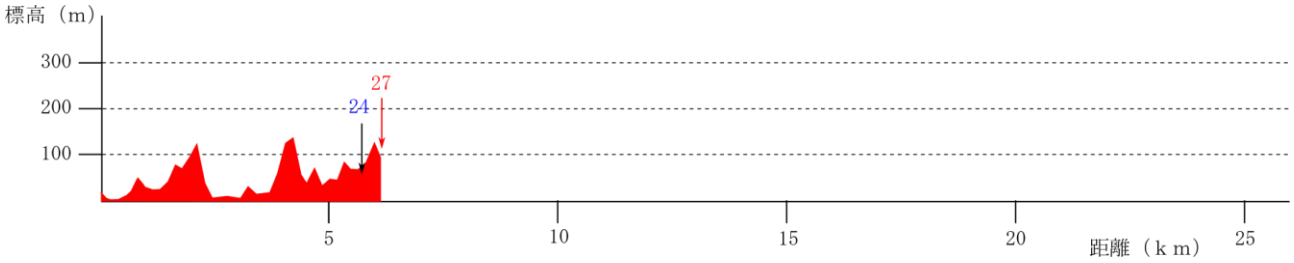
通信が確認された最長距離 26.52 ㎞の途中には受信地点の先 1.5 ㎞付近に約 50m の山がある他には障害物がほとんどない。（距離約 5 ㎞～19 ㎞までは宍道湖）

B　通信距離　17.3 ㎞　No.8（到達），18.22 ㎞　No.7（未到達）



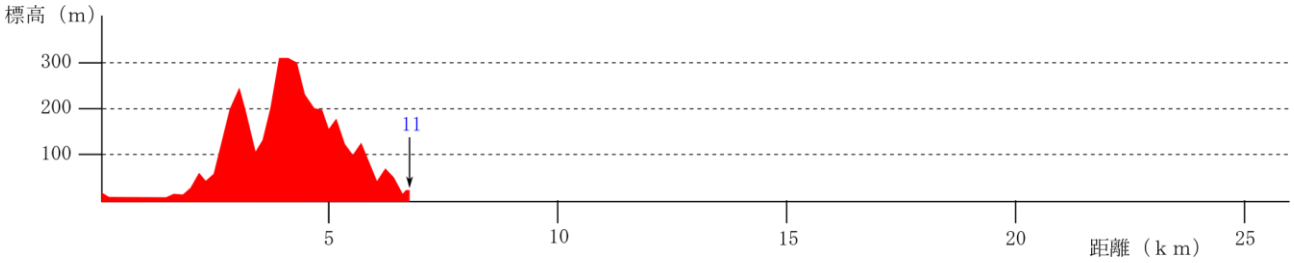
通信線上に標高 100m 程度の山がある場合、通信距離は約 17 ㎞となった。

C　通信距離　5.95 ㎞　No.24（到達），6.12 ㎞　No.27（未到達）



通信線上に 100m程度の山が 3 か所あり、その山の中から通信を行った場合、通信距離は約 6 ㎞となった。No.24 は受信側に向けて開けた場所であるが、No.27 は 6 ㎞の山の谷間（標高約 100mの地点）で受信側に対して山の裏側（陰）になっている。

D　通信距離　6.92 ㎞　No.11（到達）



通信距離約 7 ㎞の間に標高約 300mの山があるが、送信地点、受信地点ともに周囲が開けた場所であるなら通信は可能だった。

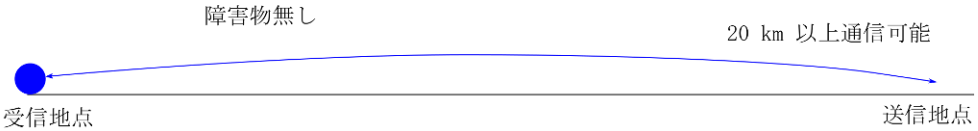
通信試験状況写真

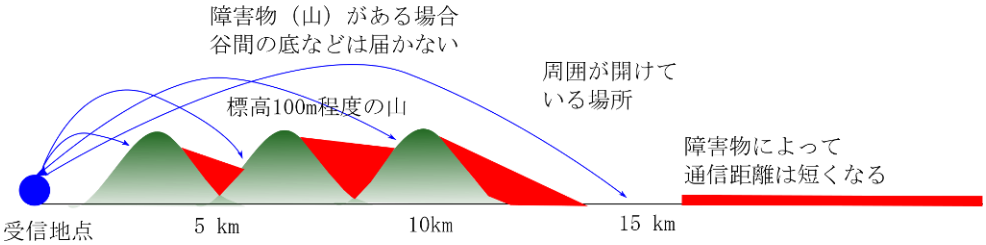
送信側設置状況

受信側設置状況

受信機内部

以上の試験の結果より、以下の図に示すように通信距離のおおよその目安が得られたと考える。





通信線上の障害物により通信距離は短くなるが、その障害物の形状と送信地点により通信距離は極端に短くなる場合もある。土石流警報システムの設置などの際には必ず通信試験を行い、通信状況を確認することが大切である。

おわりに

現在、当社の ZB のび太安全管理システムで採用している ZigBee 通信方式はアドホックネットワークの形成など優れた点は多いが、無線到達距離がおよそ 300m（公称 1 ㎞となっているが実際には障害物などの影響でその 3 分の 1 程度）であり、送信機や受信機の設置場所が限られる。また、山奥ではインターネット環境のある携帯回線エリアから遠いためにインターネット観測ができない現場もある。土石流警報システムにおいても同様に通常の特定小電力無線（公称 800m）では樹木や尾根など障害物の多い場所で実際の通信距離が 300m程度となり、それを超える通信距離を得るには中継機が必要だが、場所や電源確保の問題があり設置が困難な場合が多い。今回試験した LoRa やデジタル簡易無線（音声変換方式）のデータ転送速度は遅い（とは言っても 10 分おきの小容量データの通信には十分な速さがある）が、数キロ単位で通信が可能であり、従来のシステムの諸問題を解決する有望な技術である。今後、当社の観測・監視システムにこれらの通信方式を積極的に取り入れ、新たなシステムの可能性を模索したいと考えている。