新通信方式による土石流警報システム・のび太安全管理システムの開発

429MHzLoRa 無線・920MHz 特小無線の活用

（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

１．はじめに

昨年までの夏季研修会で「のび太安全管理システム」や「土石流警報システム」に応用可能な新たな通信方式について紹介してきた。現在、のび太安全管理システムでは 2.4GHz ZigBee 通信を採用しており、土石流センサーには従来型の 2.4GHz 特定小電力無線やデジタル簡易無線による遠距離通信を採用しているが、より充実した計測や監視の通信を行うため、従来方式に加えて新たな通信方式（LoRa 無線）の試験導入を行っているので紹介する。

２．通信方式による違い

計測や監視の通信方式を従来と異なるものに変更する主な理由は通信到達距離の違いによる。
下の表１に通信モジュール別の通信距離を示したが、仕様表に記載されている通信距離は送信機／/受信機間に何も障害物の無い通信距離であり、実際に山や建物など障害物のある現場での通信距離は異なる。障害物のある実際の通信距離は当社が現場で使用した経験を元にしたおおよその距離である。

表１　通信方式の違い

通信方式	2.4GHz 特定 小電力	920MHz 特定 小電力	920MHz LoRa 無線 （特小）	429MHz LoRa 無線 （特小）	315MHz 特定 小電力	315MHz デジタル簡易無線
出力	10mW	10mW	10mW	10mW	0.25mW	5,000mW
製品と 応用例	ZB のび太 土石流 センサー	斐川 水位観測	―	比津川 水位観測	ばか騒ぎ	遠距離土石流センサー
距離（仕様） +八木 ANT	800 m 1,200 m	1700 m 不可	5,000 m 15,000 m	5,000 m 15,000 m	200 m ―	5,000 m 30,000 m
実際の距離 障害物あり	300 m 500 m	500 m	500 m	2,000 m 5,000 m	0.1 ㎞ ―	3,000 m 20,000 m

当社はこれまでの経験から実際の通信到達距離は仕様表上の通信距離の約 3 分の 1 程度になると考えている。加えて、通信距離が充分な範囲内であっても通信機が建物の陰にあったりノイズを発生する機器などが直近にあったりすると通信が行えない場合もある。

３．各通信方式の特徴

当社で通信モジュールを使用している各方式について主な特徴を述べる。方式を大別すると、特定小電力無線とそれ以外（デジタル簡易無線）になる。当社では免許の必要な電波（アマチュア無線局以上の高出力無線局）は使用していない。

3-1 特定小電力無線

電波の使用に関して免許や登録が必要なく誰でも使用できるのが最大の特徴。出力が 10mW 以下（実際の通信モジュール出力はメーカー自主規制により 1mW が多い）であるため通信距離は限られる。

3-1-1　2.4GHz 特定小電力無線

従来より使用されてきた誰でも使用できる無線通信。当社では DC のび太、ZB(ZigBee)のび太、無線式警報機、土石流警報システム、ばか騒ぎなどで使用しており、他にも WiFi など通信に多数使用されている。なお、WiFi 無線、ZigBee 無線をいうのは通信規格であり、使用している電波の周波数を表しているのではない。

2.4GHz は電波の周波数を表しており、大まかに言えば、周波数の高いものほど直進性と指向性に優れ、周波数の低いものほど回り込み（障害物の裏側まで届く）に優れる。

3-1-2　920MHz・429MHz　LoRa 無線

LoRa 無線とは Long Range（長距離通信）の略である。使用する電波は特定小電力無線であるが、通信速度を遅くし、特小無線では使用しない低レベルの信号をノイズと分離することにより受信感度を引き上げ、従来の特定小電力無線よりはるかに遠距離の通信を可能にしている。WiFi 無線などが動画転送など高速・大容量を目指しているのとは逆に低速・低容量であるが、遠距離通信を可能にする目的で開発された。出力は特定小電力無線と同じであるが、復調時のノイズ分離のため通常の特小無線モジュールより消費電力が大きい。当初､LoRa 無線は 920MHz で開発されたものが発売された。920MHz はテレビが地上波デジタルに切り替わった際に開いた周波数帯域である。特定小電力無線はすでに WiFi 等で飽和状態となり様々な通信障害が起きていた 2.5MHz 帯からこの周波数帯に乗り換えるユーザーが殺到し､すでに 920MHz 帯も飽和に近づいている。このため当社は 920MHz の LoRa 無線ではなく、新しい 429MHz の LoRa 無線を使用することとした。

3-1-3　315MHz 特定小電力無線

いわゆるリモコン（例えば自動車のドアロック用リモコンなど）などの通信に使用される無線で、当社では「ばか騒ぎ」で使用している。出力は 0.25mW と小さく通信は近距離に限られるが、通信モジュールの消費電力は小さくボタン電池などで長期間使用できる。

3-2　デジタル簡易無線

電波の使用について、免許は必要無いが、登録申請・開局届・廃止届、電波使用料の納付（年払）が必要となる。手続きは簡単だが長期間使用する場合の定期的な料金納付や管理が嫌われる。出力が特定小電力の 500 倍あるため通信距離は 20 ㎞以上と長い。当社では遠距離通信オプションとして土石流センサー用の接点通信に採用している。土石流監視で警報信号を数キロ先まで届ける必要がある場合、特定小電力では中継機が何台も必要になり電源や用地の確保が困難になる。このような場合に長距離無線を使用すれば用地確保の手間と機器費用の節約になる。

以下、新たな通信モジュールを使用した試験例と新型機器を紹介する。

４．斐川水位観測（mruby/c 河川水位・雨量観測システム：フィールド実証試験 1）

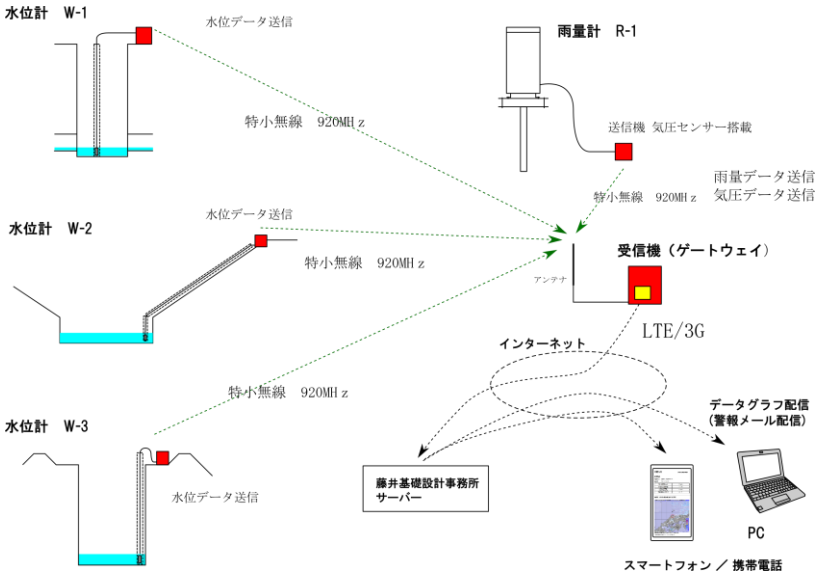
（公財）島根産業振興財団しまねソフト研究開発センター・（株）藤井基礎設計事務所の共同試験

実証試験　期間　平成 29 年 6 月～平成 30 年 3 月（試験終了）

920MHz 特定小電力無線モジュールを使用

送信側　ノード

受信側　ゲイトウエイ



５．比津川・北田川水位・雨量観測（mruby/c 河川水位・雨量観測システム：フィールド実証試験 2）

（公財）島根産業振興財団しまねソフト研究開発センター・（株）島根情報処理センター・（株）藤井基礎設計事務所との共同試験（協力；島根県河川課、松江県土整備事務所）

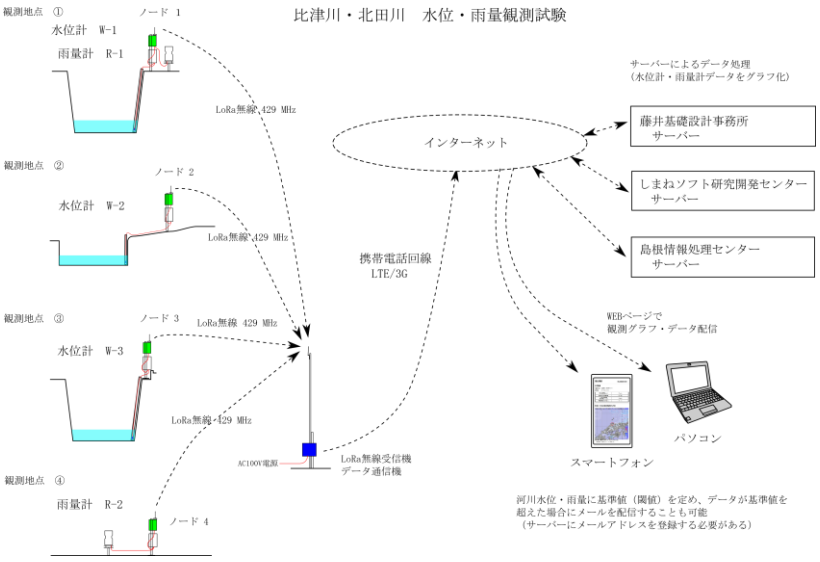
場所　　；　松江市内比津町・春日町

実証試験期間　；　平成 30 年 6 月～現在継続中

429MHz　LoRa 無線モジュールを使用

比津川①（雨量計・水位計）

比津川②（水位計）



６．429MHz　LoRa 通信機（接点通信：土石流警報システム用）

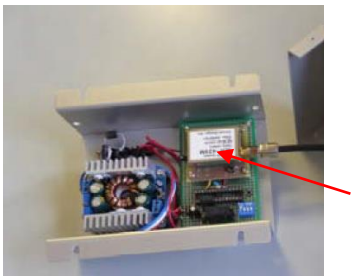
LoRa 無線により長距離の接点信号伝達を目的とした土石流監視システム用通信機

送信機・受信機共に 10W ソーラーパネルで給電しバッテリー交換の必要をなくす。従来型特定小電力通信（実質 300m程度の通信）とデジタル簡易無線遠距離通信オプション（通信距離 2 ㎞～20 ㎞）の間を埋める中距離通信機として開発。

（有）青電舎との共同開発

通信機（送信・受信）

通信制御部

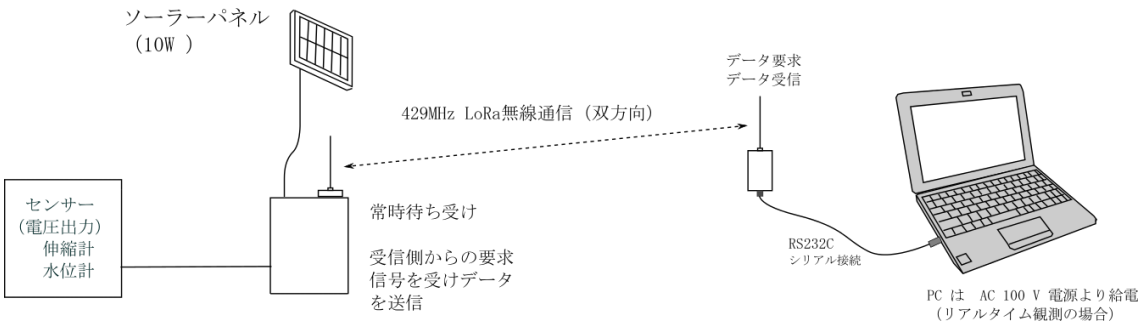


制御部内 LoRa モジュール

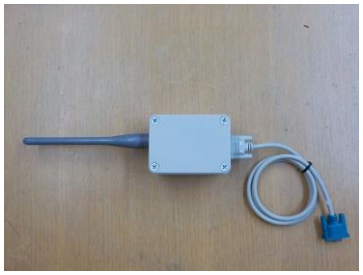
７．429MHz　LoRa 通信機（データ通信：LR のび太伸縮計観測用）

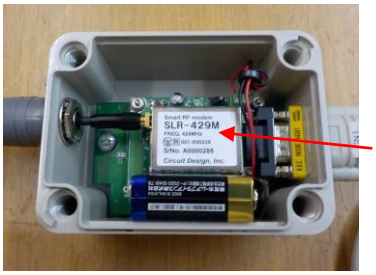
送信側を 10W ソーラーパネル給電とし､受信側は AC100V 電源使用の PC にモジュールを接続する。伸縮計・水位計・雨量計などデータの通信が可能になる。

（有）青電舎との共同開発



親機
（受信側）





親機内部

LoRa 通信
モジュール
(SLR-429)

子機
（観測側）

子機内部

LoRa 通信
モジュール
(SLR-429)

８．おわりに

計測業務や観測業務において無線通信の導入は進んでいるとはいえ、まだ誰もが手軽に導入するというところまでは来ていない。導入を考えた場合の最初の障害となる点は、通信が可能かどうか分からないという点である。

当社の経験から言えば、災害復旧工事など地盤を監視しつつ施工を行う現場において計測したい場所（斜面の上）とデータを受信したい場所（現場事務所など）の間の距離の多くが 200m～500m 程度の距離に集中しており、通信の障害となるものも現場によって様々である。これは安全管理のための通信システムを計画する者にとって大変悩ましい距離である。無線通信で通信機間に障害物がある場合、通信距離は通信機器メーカーの仕様（見通し距離）とは大きく異なって半分～3 分の１以下となり、障害物が多ければ 50m 以下となることすら珍しくない。つまり 300m 程度の距離が通信の可否を最も判断しにくい距離となっている。

従来型の特定小電力無線は見通しがきけば 500m 程度（八木アンテナを追加して 1000m 程度）の通信は可能なのだが、そのような現場などほとんどない。機器の設置場所は限られており、通信機間に建物や山の尾根、樹木などがあるのが普通である。電波は目に見えないものであり、事前に通信の可否を判断するのは通信機器を現場に数多く導入してきた経験者でも、ある程度は判断できるものの最終的には実際に通信を行ってみないと安定した通信が行えるかどうか分からないというのが現状である。通信機を設置したが通信が出来なかったとなると中継機を追加で設置することになり、施工の遅れ、設置場所と電源の確保、何より追加費用が発生する。（中継機は送信機と受信機であり、機器費用は倍増する）これでは安全管理を計画する者が無線通信を安易に観測計画に組み入れることを躊躇うのも無理はない。この問題は通信距離に余裕を持った通信機を開発すればある程度解決できるものと思われる。

通信距離を伸ばすひとつの方法は電波の送信出力を上げることである。しかし、高出力の無線は登録申請や免許が必要な上、年度毎の電波利用料の納付が必要となる。当社でも登録制のデジタル簡易無線を用いた土石流センサー用接点通信機として採用しているが、これらの理由で敬遠されることもある。特定小電力無線は登録も免許も必要なく誰でも使用できるのが魅力であるが、出力は 10mW 以下と限られている。最近、この出力範囲内で遠距離通信を可能にして開発された通信方式が LoRa 無線通信である。

LoRa 無線は通信速度を遅くするかわりに遠距離通信を可能にしている。遅いといっても地盤観測などで届けるデータはほんの小さなサイズであり、数秒以内（距離による）に届けることができる。当社が行っている 10 分おきの接点や電圧データの送受信に適した通信方式である。LoRa 無線通信は地盤計測に限らず、小さなデータを遠距離で送受信するのに適した通信方式で、今後 IoT の分野に大きく広がっていくと予想されている。

有限会社シンク・フジイではより現場に適した通信方式を積極的に取り入れ、導入がより手軽に行える観測システムの構築を目指して機器開発を行っていくつもりである。

参考　；　過去の夏季研修会での通信方式の紹介

平成 29 年　夏季研修会　「IoT　と　無線通信」

平成 29 年　夏季研修会　「通信モジュール評価試験報告」

平成 28 年　夏季研修会　「土石流警報システム遠距離通信オプションの開発」

平成 26 年　夏季研修会　「【ZB（ジグビー）のび太】安全管理警報システム」