

## 産業IoT時代のリモートモニタリングの新たな可能性

【ソリューション：システム／デバイス】

# 独立設置できる LoRa/3G による 屋外 Web 観測システムの開発と適応

アспект・システム 鷲尾 英雄

### 1. はじめに

当社は屋外 Web 観測システムの自社開発・製造・販売を始めて 20 年以上、研究・開発と実績を重ねてきた。最初の頃の Web 観測では、機器も大きく 100V の AC 電源を利用していた。それが時代と共に機器の省エネが進み、さらにきめ細やかな電源制御によって小さな電池や太陽電池で動作するようになった。

写真1は、実際に斜面に設置・運用している雨量と土壌水分の観測システムである。小さな防水ボックスに収められ内蔵の電池と表に貼られた太陽電池と内蔵の観測機能、3G 通信機能の全てがこの中に収納されている。

今回は、これまで屋外計測で培い蓄積した技術をベースに省電力長距離無線通信 LoRa (以下:LoRa) を使って広域・多地点観測を実現した開発と適応事例の紹介である。

写真2は開発した内蔵乾電池で1年動作する水位と雨量の LoRa 観測ノードで、写真3は独立電源 LoRa/3G ゲートウェイ (以下:GW) である。

### 2. 目的

屋外では電源もなく、ネットワークも携帯が使えるぐらいで何もないのが一般的である。そんな中、多地点の観測を行おうとすると今でも大きな太陽電池や重い鉛電池、多量のセンサの配線ケーブルが必要となり、時間もお金もかかる大変な作業である。これが LoRa を使うと、観測したいセンサを設置した場所の近くに観測ノードを設置できる。後は観測データは GW へ無線で送られ、まとめてサーバに送信されるので配線ケーブルを大幅に減らし、設置時間や費用も減らせる。

さらに、省電力によって乾電池で1年動作できるので、日当たりを気にせずどこでも設置できる。そしてここで使用する LoRa は筑波の研究所と筑波山頂との



写真1 斜面のWeb観測システム



写真2 LoRa水位・雨量観測



写真3 LoRa/3Gゲートウェイ

7km通信実績もあり、300m程度の通信は安定してできる。

実際、斜面観測では300mから1000m四方の中に地下水位・溪流水位・雨量・土壌水分・吸引水頭・傾斜・地盤伸縮などさまざまなセンサを設置し、総合的に斜面全体を計測・監視している。こんな場所にLoRaの観測システムを導入すれば、手軽できめ細やかな観測のできるシステムが短期間で安価に実現できる。

また、工事現場の観測でも水位・流量・濁度・pH・圧力・温度などが多地点で観測され、計測状況を確認しながら工事が進められている。工事現場では工事車両や重機も稼働し、工事の状況で建物が建てられたり、移設されたりと刻々状況が変化する場所である。こんな場所で状況の変化に合わせて配線ケーブルを変更することはできない。こんな所に通信距離も工事現場を十分カバーし、途中で建屋ができて安定して通信できるLoRaを使った観測システムは最適であり、このような利用シーンをイメージして開発を行った。

### 3. 開発と困難さ

#### 3.1 開発

当社では、Zigbeeと3Gを使った多地点観測システムの開発実績があり、この技術と3Gの観測システムをベースとして基板やソフトもオリジナルで開発を行った。図1に示すシステム構成のように、最大20の観測ノードのデータをGWに集め、定期的に当社サーバの送りデータベースに登録、グラフや表、ダウンロード用CSVデータを作成し、Web公開している。(写真4)

LoRaは、LoRaWANでなく自社独自のプロトコルを使用したLoRaプライベートである。

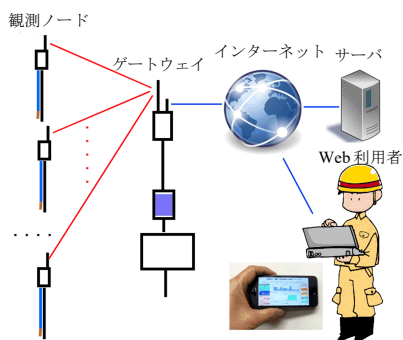


図1 システム構成

LoRaWANを使わない理由は、観測ノードからのデータ送信でもGWを通して常にインターネット上のサーバと通信し、データ収集処理からサーバ通信を切り離せず、GWの省電力化が測れないからである。翻って私どものGWでは観測ノードのデータは、一度GWに集められサーバにはメールで計測データが送られるので、サーバと毎回直接のやり取りが必要なく省電力でGWを作ることができる。結果、観測ノードは乾電池で、GWは10Wの太陽電池で連続動作できている。

さらに、多地点観測に必要な同時観測機能も、GWからノードに定期的に正確な時刻同期することとノード独自に観測を実施することで実現している。また、LoRaの通信スピードは遅いので、複数の観測ノードからの通信が重なって衝突が起これないように通信して良い時間を各ノードに割り当てるスケジューリング処理も行い、電波の衝突が起これない観測システムを完成した。

#### 3.2 困難さ

屋外観測システム開発の難しさは、まず雨風にさらされる厳しい環境にある。冬の北海道旭川では-20℃以下を経験し、夏には直射日光下でケース内の温度は50℃以上に達する。雨も上から降るだけでなく風に巻かれて下からも吹き上げる。このためケースは防水性能IP65が求められる。このような厳しい自然環境での動作が機器には求められる。

さらに、通信環境も電波をさまざまな人が使うため、お互い干渉して安定な通信ができないことも起こる。このような環境での再送機能は必須であり、他の電波利用者との競合が起これても時間をずらして再送することで安定な通信の確保が求められる。

また、このLoRa/3Gのシステムは、ハードウェア

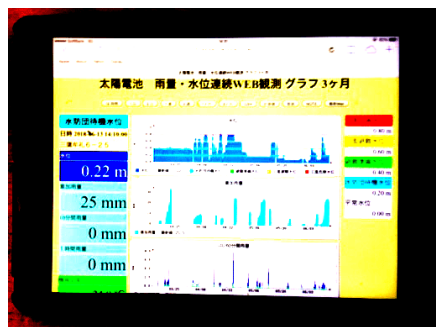


写真4 スマートフォン(iPAD)Web画面

の回路からインターネットの立ち上げとサーバソフトの開発までの全てを独自に開発が必要である。

そして、これはシステム開発一般に言えることでもあるが、テストなしには動作を保証できない。言い換えると、開発したものをさまざまな試験環境で動作させ安定動作を確認できて始めて信頼性のある製品のシステムとすることが必要である。

実際、さまざまな屋外環境で1年以上の連続動作をさせ、そこで発生したさまざまな問題を解決しながら製品とすることで初めて信頼あるシステムとなる。

#### 4. 適応事例

ここでは2つの事例について紹介する。1つは筑波研究所でのLoRa3台による評価観測、もう1つは工事現場での利用例である。

##### 4.1 研究所での評価観測

3台のLoRa観測ノードと5mの高さに設置した1台のGWを使って研究所敷地内300m四方の範囲内に設置、5分毎の計測、10分毎のWeb更新を行った。計測では雨量・水位・地温・土壌水分のデータを取得した。観測システムの電源として、観測ノードは内蔵の単2乾電池、GWは10Wの太陽電池と17Whの鉛電池を使用した(写真2, 3参照)。設置から約1年安定計測を行うことができた。

なお、観測ノードの観測間隔を電池で1年動作する設計時間10分の半分の短い5分間隔で行い、電池交換を7ヵ月で行った。これで10分間なら1年動作できる確信を得ることができた。GWは日が当たればバッテリーのフル充電状態を維持することができている。設計では無日照でも3週間以上動作する省電力である。

そして通信状態であるが、300m離れてもアンテナが2mの高さにあれば通信上限-120dBに十分余裕のある-80dBで通信できている。一方、林の中でアンテナが1m以下となると、同じ300mの距離でも-110dBと通信は安定して行えるが通信上限までの余裕は小さくなっている。これは電波の通信空間を求めフレネルの法則に従い十分なこの空間が確保できないためである。確保できれば、この研究所から筑波山頂まで約7kmの通信が行えることも確認できた。

実際、この研究所での屋外観測評価で、広範囲のLoRa無線通信を使った多地点観測の有用性が確認できた。

##### 4.2 工事現場への適応

200m四方ほどの工事現場で多地点観測を行いたいが、工事現場は重機やトラックも通りケーブルを踏みつけられて切断が起こらないよう無線通信を使った計測を行いたい、とのユーザの希望でLoRaを使った多地点観測システムを導入頂いた。(写真5)

4箇所の観測ノードは単2乾電池×8本で動かし、12VIAのACアダプタを使ってGWを動作させた。水位計・流量計・圧力計のセンサを複数箇所に設置し、サーバでのWebサービスを含めて総合的なWeb観測が2019年1月に開始され、10月現在安定計測を続けている。(写真6)

通信の受信強度は、受信限界の-125dBに比べ-80dB~-110dBと十分な余裕があり安定した通信を続けている。

1月から10月までの期間LoRa観測システムを使って、通信ができなくなったり、システムがトラブルを起こして停止することなく安定して観測できていることで、信頼性のある安心した利用ができることが確認できた。実際に無線通信を使っているにも関わ



写真5 工事現場のイメージ

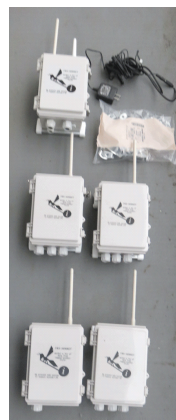


写真6 観測機器：無線センサ

らず有線での計測と同等に使えることは実運用に十分耐え得ることを示していると言える。実際にユーザもスマートフォンを使って10分毎に更新されるWeb画面を電車の中でも確認でき、便利に使っていると頂いている。

この対応で、配線ケーブルや電源ケーブルを減らし費用の削減が図れた。さらに工事状況の変化時に邪魔者とされるケーブルを無線化でなくすことで、工事を邪魔せず観測を続けることもできた。

## 5. 今後の方向

LoRa観測システムを開発し実際に屋外の現場で利用してみると、Zigbeeの通信距離100m程度と比較してLoRaは300m以上の範囲を安定した通信を確保できる手段だと確認できた。しかも消費電力も小さく、電池だけで1年の運用も可能である。これらの特性とこれまで培った屋外計測の技術と実績をベースに新規の顧客へのアプローチを増やし、実際の運用をさらに増やして行く予定である。

実際これまでさまざまなお問い合わせを頂いている。たとえば、橋脚の老朽化に伴う広い範囲のコンクリートクラックの変化の観測と監視を無線で行えないか、ダムに流入する支流の水位を総合的に観測できないか、機器の動作状態を電池動作で1年間監視できないか、養殖場の多くの池の水温・PH等を無線で遠隔モニタできないか、送電線鉄塔の傾きを1年乾電池で遠隔監視できないか、等である。

こうしたニーズに対し、単独箇所には3Gを広域にはLoRa/3G使ったシステム提案を行うと共に、プロトタイプも作成しながら新規顧客獲得に一層の努力をする考えである。そしてユーザ各位に支えられた実際に使われるシステムをブラッシュアップしてゆく考えである。

## 6. 終わりに

屋外観測を始めてFOMA 3Gでの単独多点観測システムで多くの実績を重ねてきた。さらにLoRaの広域無線を利用することで、既存のシステムを邪魔することなく独立して山一つとかダム全て、工事全体というような広い範囲を手軽に低コストで観測環境としてカバーできる時代が到来した。これからは少ない点数での評価ではなく、多くの観測から得れたデータを評価し、自然の理解や防災に役立てられる新しいデータ評価に繋がる時代の幕開けをLoRaの観測を通して感じている。

実際、AIを使ったビッグデータ処理が容易に利用できる時代とはいえ、屋外の観測はまだデータロガーを使って人の手による高価で時間のかかる手段に頼っている。これが費用も電力も伴わないLoRa通信を用いた観測システムを使うことで、簡単にリアルタイムでデータの収集・評価ができる。それはあたかも昔のアメダスが機器の費用も運用も高価で簡単に増やせなかったのに比べ、今は安価でアメダスのような観測システムを手軽に設置しリアルタイムで解析評価できるようになったことと類似している。

現場のシビアな要求に電池で1年動作し、簡単に設置でき、リアルタイムのデータ解析・評価に結び付けられるこのシステムは時代の要求にも叶っている。さらに手軽にビッグデータ処理が行えるようになれば、計測・監視だけでなくAIを使った予兆の検知にも繋がると考える。

ワシオ・ヒデオ  
アспект・システム(有) システム営業部  
〒181-0002・東京都三鷹市牟礼6-25-5  
三鷹市牟礼研究開発センター3FG  
電話(0422) 76-7312  
E-mail : washio@aspect-sys.co.jp