

## 低軌道衛星を活用した現地観測情報収集システムに関する実証試験

大規模土砂災害対策研究機構（和歌山大学） ○秋山演亮、山口耕司

大規模土砂災害対策研究機構（国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター） 吉村元吾、今森直紀、奥山悠木

株式会社エイト日本技術開発 海原荘一、藤原康正

### 1. 概要

国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センターおよび和歌山大学では、低軌道衛星を活用した山間地における観測・通信技術に関する実証試験を平成 26 年度より共同で実施しており、これまでに現地における観測・通信システム試験環境の構築を行い、データ通信精度等に関する検証実施している。平成 26 年度には栗原地区において安価な防災モニタシステムを目標としたデバイスの開発を開始、27 年度は、主に「防災モニタデバイスの改良」「衛星回線を使用したデータ取得実験」「利用ソフトウェア及びクラウドサーバシステムの開発」「RTK-GPS を利用した、地形変動モニタシステムの開発」を実施したので報告する。

### 2. 開発の目的

IoT と呼ばれるセンサネットワークのシステムは、話題性の割には普及が進んでいない。これはセンサネットワークのハードウェアが、高価であること、利用するソフトウェアシステムが個別で汎用性が持たないこと等の理由が考えられる。また、通信インフラが十分でない地域では、衛星回線の利用が必須となるが、衛星電話回線の利用では通信料が高価であり、センサに適した回線の利用が期待される。

本開発では、1) ハードウェアのコストを一桁下げること、2) 汎用的に使用できるクラウドサービスを構築すること（初期費用が不要で、利用コストを下げる）、3) 通信回線を問わない（各種衛星回線、3G 回線、Wi-Fi 回線他）システムの構築を目標とする。

### 3. 開発状況

#### 3.1 防災モニタデバイスの改良（2015 年バージョン）

親機（子機のデータ収集、衛星回線での送信）の初期型は、汎用基板をベースとしたものであったため、センサネットワーク専用の基板の開発を行った。汎用性を確保するため、開発したベース基板上に、920MHz 帯通信モジュール、3G 通信モジュールを搭載可能とし、太陽電池セルとリチウムイオン電池の充電回路も搭載した（図 1）。計測用の子機は 2015 年 3 月に設置した、2 台の子機（水位計測子機、雨量計測子機）を引続き使

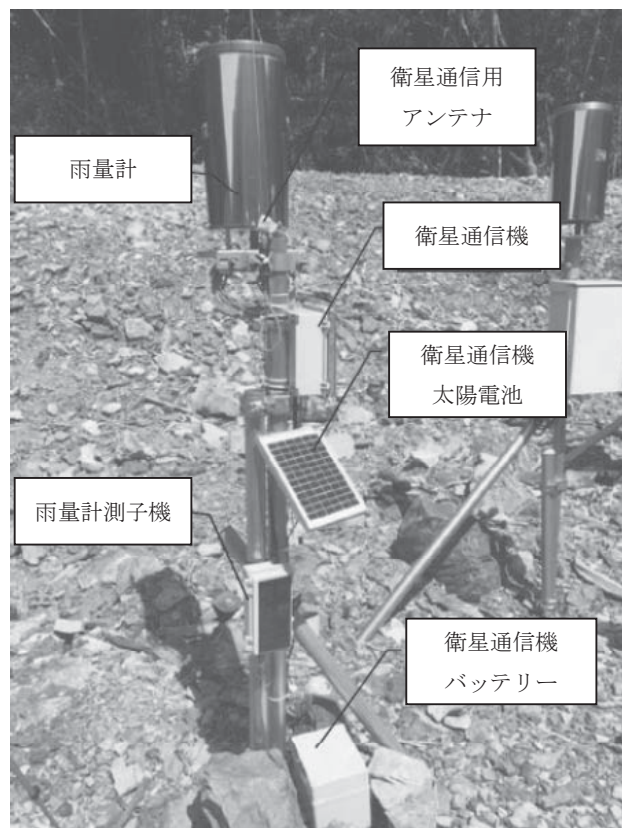


図 1 2015 年バージョン設置状況

用した。衛星通信用モジュールを搭載した親機は、ORBCOMM 通信機が 12V・最大瞬間 20W 必要なため、鉛バッテリーと太陽電池パネルによる充電回路を追加した。センサ子機から親機までの 920MHz 無線通信の冗長系・延長可を目的として、920MHz 無線中継器を設置した。この中継器は災害時の一時的な通信経路を確保するため、バルーン等に吊下げて使用できるよう軽量パッケージを実施した。

#### 3.2 防災モニタデバイスの改良（2016 年バージョン）

さらなる低コスト化と、取扱いの簡易化を目標として、Wi-Fi 内蔵ボードの開発を実施した（図 2）。Wi-Fi と CPU が一体になったチップを使用することにより、性能で 10 倍、価格も 1/4 以下を達成できる見通しが立った。920MHz 帯無線機から、Wi-Fi 方式としたのは、取扱いのしやすさがメインであり、弱点である消費電力については、データ送信時間が短い（データ転送速

度が速い) ため、2015 年版の 920MHz を用いたデバイスとあまり差がないことが判明した。

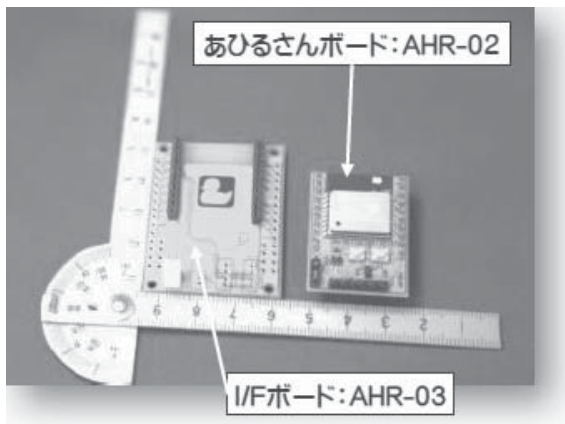


図 2 2016 年バージョン 基本デバイス基盤

表 1 各年の基本デバイスの違い

| 項目    | 2014 年                              | 2015 年                                  | 2016 年                          |
|-------|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| 通信    | 920MHz<br>IEEE 802.15.4             | 920MHz<br>IEEE 802.15.4                 | 2.4GHz Wi-Fi<br>(CPU 内蔵)        |
| マイコン  | Arduino Fio<br><br>CPU 8MHz<br>32Kb | Arduino Pro<br>mini<br>CPU 8MHz<br>32Kb | ESP8266<br><br>CPU 80MHz<br>4Mb |
| バッテリー | Li ポリマー<br><br>1000mA               | Li イオン<br>18650<br>3200mA               | Li イオン<br>18650<br>3200mA       |
| 部品価格  | 約 2 万円                              | 約 2 万円                                  | 約 4 千円                          |

### 3.3 衛星回線を使用したデータ取得実験

センサデータを計測する子機から親機に送られたデータは、ORBCOMM 衛星の回線を通じメールでサーバに送られる。サーバに送られたメールのデータはさらに、開発しているデータクラウドサーバに送られ格納されるシステムとなっている。取得データから、以下の改良が必要であることがわかった。

- 水位計計測の不安定：電氣的ノイズもしくは A/D 変換時の不安定さの可能性があり、回路及び読み出しソフトウェアの調査と改良を今後実施する。
- 親機時刻のずれ：現状では、時計（リアルタイムクロック：RTC）にバックアップ電源を装備していないため、何らかの原因（電源の瞬断、バッテリー上がり等）で時刻がずれてしまう。RTC にバックアップ電源（ボタン電池）を装備する改良を行う。
- 衛星通信頻度：衛星との通信間隔が一定ではなく、

衛星を捕捉できないため（地形上の制約）であるのか、データが取れていないためなのかの調査を実施する。

- バッテリ電圧の記録：今年度使用した基材では、バッテリー電圧のモニタ回路を装備していないため、次年度より回路を搭載した仕様とする。

### 3.4 利用ソフトウェア及びクラウドサーバシステムの開発

今年度は以下の作業を実施した。

- サーバシステムの再構築（データベース及び web システムの再作成：開発環境の変更）
- ORBCOMM データ転送ソフトウェアの構築
- 端末用 Android アプリの再制作（図 3）
- 試作用サーバから運用サーバへの移設

Android アプリでは、データ共有機能やアラート設定機能、写真データとセンサ端末データの紐付け機能や、Android 端末でのインターバル撮影・位置情報トレンド記録機能なども整備した。

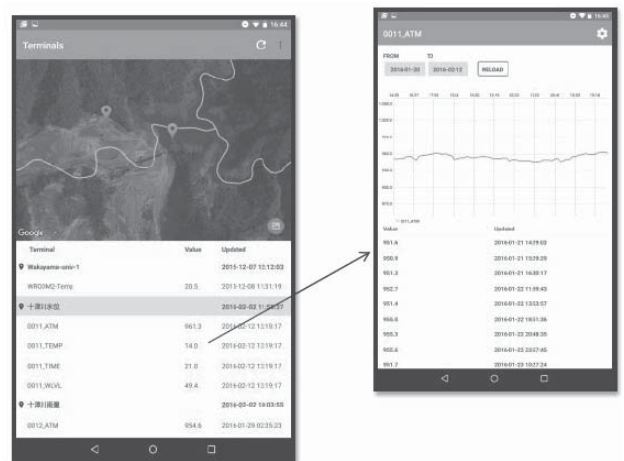


図 3 改良アプリのメイン画面とトレンド表示画面

### 4. まとめ

電源を必要としない安価な計測装置（子機）と衛星通信親機による 1 年間のモニタ実験を実施した。装置の改良のための知見とデータを得ることができ、次のモデルの開発を平行して実施した。データ利用のためのクラウドサービス及び、携帯端末用アプリの開発を行い、長期間の利用実験を実施した。

今後は、計測子機・衛星通信親機の改良や、利用ソフトウェアの開発（Android 版・iPhone 版）に加え、RTK-GPS を利用したセンサ位置計測機能も付加する予定である。また野外 Wi-Fi 中継端末の改良に加え、インマルサット衛星通信端末の利用実験を実施する。