

# しらす斜面崩壊警報防災システムにおける 情報収集無線ネットワークシステムの構築

山田 猛 矢<sup>1</sup>・岡 林 巧<sup>2</sup>

<sup>1</sup>第一工業大学 工学部 情報電子システム工学科

E-mail : t-yamada@daiichi-koudai.ac.jp

<sup>2</sup>第一工業大学 工学部 自然環境工学科

E-mail : t-okabayashi@daiichi-koudai.ac.jp

## Construction of information gathering wireless network system on Shirasu slope collapse alarm system

Takeshi YAMADA<sup>1</sup> · Takumi OKABAYASHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Information and Electronics Systems Engineering, Daiichi Institute of Technology

E-mail : t-yamada@daiichi-koudai.ac.jp

<sup>2</sup>Department of Environmental Engineering, Daiichi Institute of Technology

E-mail : t-okabayashi@daiichi-koudai.ac.jp

**Abstract** : The purpose of this study, is to build the information collection wireless network portion on Shirasu slope collapse alarm system. This system is to inform the collapse prediction of Shirasu slope to residents of the surrounding area. This time we were building a wireless network portion of this system.

**Keywords** : *Shirasu slope collapse, disaster prevention system, information gathering wireless network system*

### 1. はじめに

日本でも特殊土に分類される火山噴出物である「しらす」は、鹿児島県の約 60%、宮崎県の約 16% の総面積にわたって広く分布している。しらすが特殊土として挙げられる理由は、頻発するしらす斜面自然災害の故である<sup>1)</sup>。鹿児島市の年間総雨量は、約 2,500mm に達し日本でも有数の多雨地域に属し、しらす斜面は極端に侵食崩壊を繰り返している。一方 1997 年に勃発した「鹿児島県北

西部地震」(M6.5)により鹿児島県北西部は、主としてしらす斜面が崩壊し道路、構造物が甚大な被害を受けた。また 1993 年には鹿児島地方を襲った豪雨により、しらす斜面が崩壊し 119 人もの死者が出た。近年の鹿児島県においても、しらす斜面崩壊はいつ発生してもおかしくない自然災害であり、おどろきにできない社会問題といえる。

本研究は、しらす斜面崩壊での被害を減少させるために岡林・山田が提案した「しらす斜面崩壊

警報防災システム」の中核部となる情報収集無線ネットワークシステムの構築を行ったものである。

## 2. 斜面崩壊警報防災システム

斜面崩壊警報防災システムとは、しらす斜面に設置された各種センサーの値を、Wi-Fi を利用し Web サーバに収集し、それを解析することで、しらす斜面の崩壊予測を行い Web で公開するとともに、特定されたしらす斜面が崩壊しそうな時は、それを住民にメールで知らせる（登録が必要）というシステムである。さらに、市役所等に設置された市全体の模型上にセンサーと連動した表示ランプを設置することで、霧島市全体の危険地域が一目でわかるようになるというものである。

本システムは、Wi-Fi を利用するため有線を引く必要がなく設置工事費もほとんどかからない。また場所も選ばず広域にセンサー設置が可能となる。通信費においても、将来的に Wi-Fi 網が整備されれば費用はかからなくなる。つまり低コストで広域をカバーできる。データ収集においても Web サーバを利用することで「いつでも」、「どこでも」、「誰でも」しらす斜面の状況を確認でき、また危険時にはメールの送信も可能となる防災システムである。

現在の土砂災害における行政の対応は、土砂災害発生後、住民からの連絡により動き出すという領域を出ないものである。本システムが実現すれば、しらす斜面崩壊前に住民に避難を促すことが可能となる。また、危険地域が特定できるため、逃げ遅れた人や1人での避難が困難な高齢者のサポートが可能となり、人的被害を最小限に抑えることができる。そのうえ崩壊危険度が増した時に送信されるメールや Web サイトでの斜面状況の公開は住民の自主防災・減災にも役立つと考えている。

## 3. 情報収集無線ネットワークシステムの構築

斜面崩壊警報防災システム実現のために、今回我々が行ったことは次の3つである。

①センサー値を読み込み、それを Web サーバに

送信する「データ取得・送信部」の作成。

②送られてきたデータを受信し、Web サーバに蓄積するとともに、メール送信の必要がある時はメールを送信する「データ受信・蓄積・メール送信部」の作成。

③斜面状況をいつでも閲覧できる「Web サイト部」の作成。

### 3.1 ①「データ取得・送信部」

斜面崩壊警報防災システムでは、多くのセンサーを用いることにより精度の高い崩壊予測が可能となる。しかし今回は情報収集ネットワークシステムの構築を主としているため、加速度センサーのみを使用する。数あるセンサーの中で加速度センサーを選択した理由は、加速度の変化により斜面のずれを計算することができるからである。斜面のずれを知ることは、斜面崩壊予測を行う上で重要な要素の一つである。

加速度センサーから得られた値を送信するための機器として、我々は Raspberry Pi と呼ばれる約 5,000 円で購入できる名刺サイズの超小型コンピュータを利用した。Raspberry Pi が通常のコンピュータと最も異なるのは、GPIO (General Purpose Input/Output) と呼ばれるピンがあり、ここにセンサーなどを接続し、プログラムにより直接制御できることである。また Wi-Fi 接続に関しても、通常のコンピュータと同様、無線 LAN USB アダプタを取り付けることで簡単にインターネットに接続することができる。なお、現在はまだ Wi-Fi 網が整備されていないため、今回はモバイル Wi-Fi ルータを用いてインターネットに接続、データ送信を行った。加速度センサー、無線 LAN USB アダプタを Raspberry Pi に取りつけたものが図 1 である。

Raspberry Pi での処理の概要は次のとおりである。加速度センサーから 1 秒おきにデータを取得し、加速度に変化があったときに、斜面のずれを計算し、第一工業大学 Web サーバへ POST 送信を行う。それ以外では 1 日に 1 回定期送信を行う。変化があった時のみ送信することで、消費電力を

抑えることができ、また定期送信により正常に作動していることを確認できる。なおデータ処理の際、使用した言語は Python であり、そのソースコードは参考文献 2) に記述している。

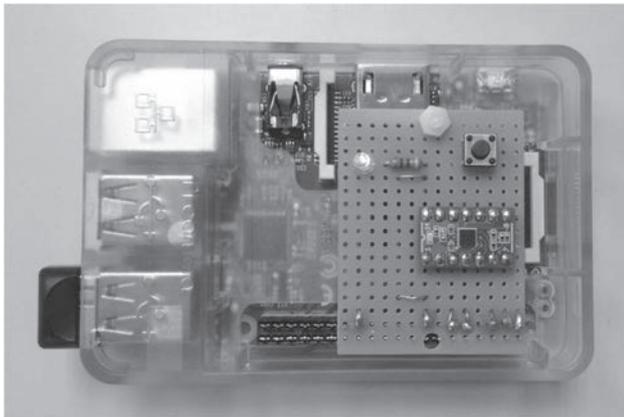


図 1：データ取得・送信部のハードウェア

### 3.2 ②「データ受信・蓄積・メール送信部」

データ取得・送信部から送信されたデータは、第一工業大学 Web サーバで受信する。受信したデータが定期送信の場合は、そのままデータを保存するが、そうでない場合は緊急メールを送信し、データを保存する。本来であれば、受信データを解析し崩壊危険度が高いときにメール送信するのだが、今回はシステムの中でメール送信が可能であることを確認したかったため定期送信以外はメールを送信するよう設定した。なお、Web サーバサイドのプログラミングは PHP で行い、そのソースコードは参考文献 2) に記述している。

### 3.3 ③「Web サイト部」

Web サイトでは、データ受信・蓄積・メール送信部により保存・蓄積されたデータをグラフにより閲覧することができる。また崩壊危険度が高まったときに送信される緊急メールのメーリングリストへの、メールアドレス登録・解除を行うことができる。

作成した Web サイトが図 2 である。ここには、Google Map を利用してセンサーの位置を表示している。現在は 1 箇所しか設置していないが、将来的に多くなれば、設置されたセンサー位置が

Google Map 上に表示され、見たいセンサー位置をクリックすることで、その場所のデータが表示されるようにする。



図 2：Web サイト

図 2 下部の「データを表示」をクリックすると図 3 のような斜面のずれのグラフが表示される。このグラフ表示は Google が提供している Google Chart API を利用している。縦軸が変位、横軸が日時となっており、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 方向のデータが選択できる。

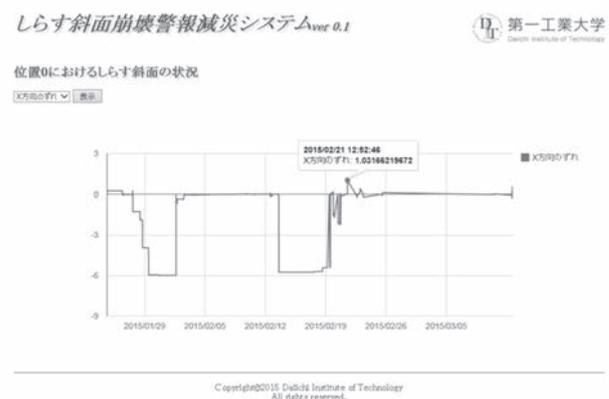


図 3：取得データのグラフ表示

図 2 中央の「速報送信先メールアドレスの“登録”，“解除”」ボタンから緊急メールを受け取るためのメールアドレスの登録および解除ができる(図 4, 図 5)。ここで登録を行うことで、メーリングリストに登録され、崩壊危険度が高まったときに緊急メールを受け取ることができる。



図 4：メールアドレス登録画面



図 5：メールアドレス解除画面

#### 4. 実験

作成したデータ取得・送信部 (図 1) および Web サーバの動作確認後、実際に第一工業大学サークル C 棟前に設置した。設置に際し電源はシステムトークス社のナノ発電所セット (ソーラーパネル、蓄電池) を利用した (図 6)。民家近くのしらす斜面に設置予定ではあるが、電源が確保できるとは限らないため今回はナノ発電所セットを利用した。蓄電池も入っているため、太陽が出なくても計算上 8.2 日もつ。また、このままの状態では設置すると機器が雨に濡れてしまうため、衣裳ケースに密閉し設置した (図 7)。

平成 27 年 1 月 24 日に設置し、現在まで正常に稼働している。



図 6：ナノ発電所セットとデータ取得・送信部



図 7：本学サークル C 棟前に設置

#### 5. まとめ

本研究は「しらす斜面崩壊警報防災システム」の情報収集無線ネットワークシステムの構築を行った。Raspberry Pi を利用し、センサー値の取得、Web サーバへ送信・蓄積が可能であることが確認できた。また蓄積データは Web サイトで閲覧することができ、さらにメールアドレスを登録することで緊急メールの送信も可能であることが確認できた。

今後は、他センサーも組合せ、観測・解析精度を向上させ、「しらす斜面崩壊警報防災システム」の早期実用化を考えている。本システムの実現により、土砂災害による人的被害が激減することは間違いない。

#### 謝辞

本研究は公益財団法人 鹿児島県建設技術センター「平成 26 年度 地域づくり助成事業」の支援により実施されたものであり、ここに記して深く感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 岡林巧・兵動正幸・安福規之・村田秀一：乱した一次しらすの非排水単調および繰返しせん断挙動，土木学会論文集 No.499/III-28, pp.97-106, 1994.
- 2) 児玉涼・下迫優也・福澤慎弥：斜面崩壊警報システムにおける情報収集無線ネットワークの構築，第一工業大学 卒業論文 2014