

地すべりを検出する1m深地温計測法を利用した防災杭システムの検討

熊本高専 建築社会デザイン工学科

福田幸太郎 田村蓮汰 赤城弘幸 橋本寧音 田端本気 白川大晃 豊永浩史

(指導教員 拠点化プロジェクト系教授 入江博樹)

1 アイデアの概要(1)

- ・ (私たちの提案の主旨)
～ 一歩先の行動を行うための、防災情報の提供を目指す ～
地すべりの検知の「ゆるい」情報を収集・提供



(背景)

・ 精細な予知や予兆を検知するセンサーは、多くの企業や研究者から提案されている。すでに製品化されて、自治体や企業で導入も進んでいる。

- ・ (課題1) 予知モデルには、地質などの専門知識が必要。
- ・ (課題2) いつ発生するかわからず、長期間の稼働が前提。
- ・ (課題3) IT、土木、防災の専門家に住民目線が必要だが…。
この4者はバラバラに動いている。

→ 入江研究室も企業との共同で防災杭センサー開発した。



<開発してわかったこと1>

街の価格で、コストが良くても、中山間地域では高い。受益者負担では市民レベルでの導入が難しい。買う人がいない。

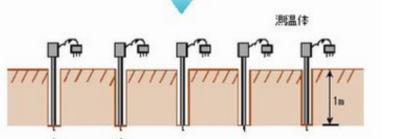
<開発してわかったこと2>

- ・ 地域の防災機器の開発をしても、地域にお金が落ちない。
- ・ 地すべりの発生の日時と場所がわかるだけでもいい(らしい)
- ・ 杉林の中では、電源の確保が難しい。電池交換はだれが?

1 アイデアの概要(3)

・ 提案する装置

- ・ Wifi付きマイコン(ESP32) 1つ
- ・ 温度センサー(LM61BiZ) 3つ
- ・ 土壌水分センサー(導電率型) 3つ



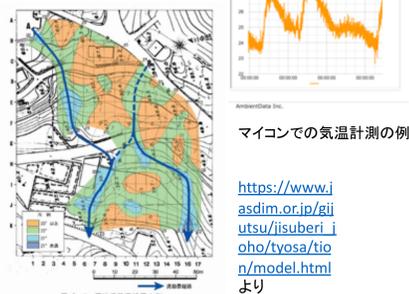
(温度センサー) + (WiFi付きマイコン)

(WiFiルータ)

Webサーバ (Ambient Iot)

PCやWebでのグラフの閲覧
(1m地温の変化を確認)

地図上に温度変化がある場所をプロット
(これについては、今のところ人手で
将来はAIを活用したい)



この「1m深地温等温線図」、
のようなものを描きたい

1 アイデアの概要(2)

- ・ 街場のコストは**人件費が最も高い**
- ・ 国の助成金を使っても、都会のコンサルタントに還流
- ・ 電池交換などのメンテナンスを**地元の人が自分達でできる**といい。
(地場の電気屋さん、工業高校の生徒達)
- ・ もっと技術を単純に**知識と技術も中山間地域へ**。人件費は地域で負担。

地すべりの検知手法

- ・ 限界集落の道路周辺の危険箇所を無人で監視する。
- ・ 住民と自治体が同時に危険を認知。
避難する住民は別経路の探索が可能
自治体も通行止めなど措置を早期に対応可



提案する防災杭センサーの観測対象

- (これまで) 傾斜センサー (加速度センサー)
- (今回の提案) **温度 (1m深地温) + 土壌水分センサー (導電センサー)**

(今回の提案のメリット)

- ・ 地温を計測することで、**地下水の上昇の影響を推測**することができることを期待。
- ・ (設置場所や時期の効果不明なので試してみたい)。
- ・ 温度センサーは加速度センサーよりも安価なので、**多点化への期待**ができる。

2 取り組む理由・期待される効果

そもそも、自分たちは避難するような場所には住んでいない。(と思っている)
・ **地産地防 (ちさんちぼう)** ;
地域で産み出した知恵で、地域の防災に取り組むこと

マイコンと温度センサーという初歩的な電子回路で、斜面監視のセンサーの有効性が確認できれば、地域の人々が、オーダーメイドなセンサーシステムを構築できる。コンサルタント料や人件費が、対象地域で回ることになる。

・ (地すべりの検知)

高精細な計測や予測は、企業や国が設置する高度なセンサー杭が担当する。

我々が提案する杭センサーは、**地温や気温を日常的に計測**することで、地域の微気象の計測に活用 (今の所は、具体的に何の役に立つのかは、**地域の人たちと考える**)

温度は農業や林業への活用が期待する。サーバに自動保存したり日頃から温度変化を見る習慣で、**ちょっとした変化に気がつく**ことが増えることを期待。

危ない場所の地すべりを検出することで、自分たちの場所の避難を早めたり、避難経路を安全にすることに役立てることができる。

→ **地域住民が自分で考え行動するための、一歩先の情報**を、無人で遠隔から得ることができる。

3 アピールポイント

・ IoTを使った環境モニタリングの開発に利用者目線で取り組む点が、我々の取り組みの特徴である。**安価で入手可能な技術**を利用することで、中高生でも**真似が簡単**にできることを目指す。

・ 使用するIoT技術については、比較的安価に入手が可能な部品や装置を利用する。開発するソフトウェアに関しても、インターネットの情報を利用することで、**小規模なプログラミング開発で済む**ように心がける。

・ 高度な電気電子の**専門知識を習得していない一般の市民**が、組み立てて、**運用やメンテナンス**ができるような装置の開発を目指す。

・ **オーダーメイド化**が可能な技術で、**地産地防 (ちさんちぼう)** ; 地域で産み出した知恵で、地域の防災に取り組むこと) を目指す。

・ 地すべりの発生の有無の検出、法面の健全性の検査確認といった、日常平常の生活を過ごせることを担保するための**情報取得**を目指す。

(予知・予報、法面の異常検知など、より高度な情報取得は、高度な技術を持つ専門家に任せる) 従来の提案とは競合しない

4 結果

・ WiFiを搭載したマイコンESP32をArduino IDEでプログラミング

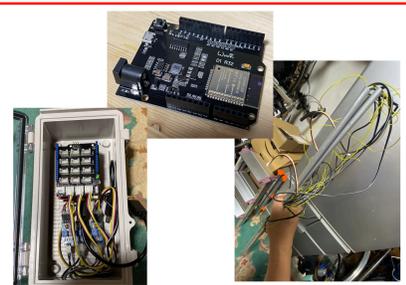
・ 温度センサ(LM61)を内蔵したφ5のアルミパイプ(1.5m長)を製作した。

・ アンビエントデータ株式会社 (<https://ambidata.io/>)が提供するライブラリを使うことで、とてもシンプルなコードで地温をグラフ表示できた。

・ → 完成が遅れたので、十分なデータが取れなかった。

- ・ A/D変換の値が安定しない
 - ・ センサの電気配線が長いようだ

- ・ 1月2月は学年末の授業課題が予想外に多く作業が進まず、
- ・ 2月の学年末試験後は、コロナウィルスで休校になった。



マイコンボードと1m深地温センサ

```
void loop() {  
  int a = analogRead(LM61);  
  float Vout = a / 4095.0 * 3.3; // 電圧に変換  
  float temp_c = (Vout - 0.6) / 0.01; // 温度に変換 LM61  
  Serial.println(temp_c);  
  ambient.set(1, temp_c);  
  ambient.send();  
  delay(120*1000);  
}
```

最低限の動作のためのコード例



Ambient.io でのグラフ表示例