

多点設置可能な低コスト雨量計および観測システムを用いた「土砂災害警戒区域における面的な降雨量データ取得による住民への適切な防災情報発信の研究」

[研究代表者] 横田 崇 (工学部土木工学学科)
[共同研究者] 藤井聡史 (RainTech 株式会社)
加藤桂太 (株式会社加藤工務店)
早川和広 (愛知工業大学地域防災研究センター)
赤石一英 (横浜地方気象台)

研究成果の概要

この研究の目的は、増加する局地的な豪雨による土砂災害に対して、低コストで高密度な降雨データを取得し、正確な防災情報を住民に提供することです。気象庁が従来の 5km メッシュから 1km メッシュで解析雨量を算出することで、降水帯の把握は可能になった。しかし、土砂災害の発生は地形や風の影響などによって場所ごとに異なるため、1km メッシュでは地形や風による降雨量の違いを把握することができず、実際の雨量との大きな差が生じることがある。特に土砂災害警戒区域では、局地的な地形の影響により降雨量が大きく異なり、現在の土砂災害危険度情報の的中率が低いため、住民の避難率も低く、人的被害が発生している。

この問題を解決するためには、地域の特性に合わせた高密度な観測が必要だが、既存の雨量計および観測システムは高額（約 100 万円／台～）であり、多点設置が困難だった。そこで、RainTech 株式会社との共同研究により、低コスト（20 万円／台）で制作可能な雨量計および観測システムが完成した。

この研究により、土砂災害警戒区域における面的な降雨量データの取得が実現され、適切な防災情報の発信が可能となる。低コストで多数の観測点を設置できるため、局地的な降雨量の違いを正確に把握することができ、住民への防災情報提供に大きく貢献できる。

この成果により、住民への適切な防災情報の提供が可能となり、土砂災害による人的被害の軽減が期待できる。また、低コストで制作できる雨量計および観測システムの実現は、他の地域や研究分野でも応用が期待できる。

研究分野：防災工学

キーワード：災害情報、気候変動、局地的豪雨、土砂災害、水害、雨量計、IoT、地域防災

1. 研究開始当初の背景

局地的大雨（集中豪雨）などの異常気象が増加するなか雨を誘因とする土砂災害が増加（近 10 年で 2 倍）している。土砂災害に対しては気象庁が解析雨量をシミュレーション算出し、解析雨量のデータを元に降水短時間予報を行い、土壌雨量指数を計算することで住民へ防災情報として伝達している。解析雨量は、従来の 5km メッシュから 1km メッシュでの算出となり、線状降水帯の発生の把握は可能となった。しかしながら、土砂災害の発生の有無は、それ

ぞれの場所における降雨量によることから、1km メッシュでの解析雨量では、メッシュ内での地形や風等の影響による降雨量の違いが把握できず、災害が発生するような激しい風雨の気象条件の場合には、局地的には実際の雨量と大きく異なる場合が少なくない。特に、土砂災害警戒区域においては、数十メートル或いはそれよりも細かな尾根や谷等の局地的な地形の影響により、降雨量は場所により大きく異なり、現在の気象庁から発表される土砂災害危険度情報の的中率は十数パーセントと極めて低いことから、住民

の避難率も低く、土砂災害発生時には、大きな人的被害が発生しているのが実情である。従って、土砂災害による人的被害を軽減するには、土砂災害警戒区域内のそれぞれの場所における局地的な降雨量の違いを正確に把握し、精度の高い防災情報を住民に届ける必要がある。実際、豊田市および豊橋市の住民に、概要的ではあるが聞き取りをしたところ、土砂災害への心配は極めて大きいものの、近年では土砂災害等に係る情報が発表されても、実際に土砂災害が発生した事例は殆どなく、地域の特性に合った防災情報の提供についての強い要望があった。

2. 研究の目的

上記のことを実現するためには、地域の特性に合わせた高密度な観測が必要となるが、既存の雨量計および観測システム（データ通信機能付、気象庁検定合格：検定料 12,900 円）は約 100 万円／台〜と高額であり、コスト面での制約により高密度観測のための多点設置が困難である。今回、低コスト雨量計および観測システムを RainTech 株式会社と共同で研究開発することにより「土砂災害警戒区域における面的な降雨量データ取得による住民への適切な防災情報発信の研究」の実施に向けた技術的な検討を行うことが可能となる。

3. 研究の方法

(1) 低コスト雨量計および観測システムの開発

雨量計本体は、気象庁の検定を合格しており市場最安価である太田計器製作所の OW-34-BP（写真 1）を採用し、10 分間隔で雨量データをクラウドサーバーに送信できるかつ太陽光発電による自家発電で駆動する通信システム（図 1）を開発することにした。通信ユニットにおいては、観測機器全体のサイズを最小にするため、雨量計本体の内部に収まる設計を行なった。太陽光発電においては、日射が最大で 7 日間なくとも駆動するように、太陽光パネルの発電量と通信基盤の省電力設計を行なった。



写真 1 OW-34-BP（太田計器製作所社）

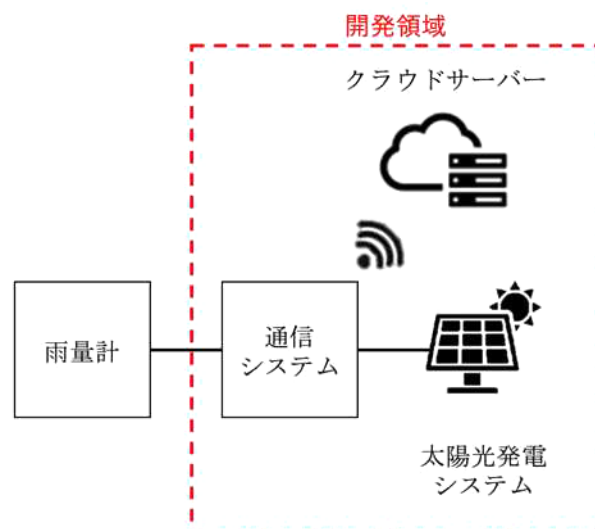


図 1 雨量計および観測システムのシステム構成

(2) データ集計クラウドシステムの開発

AWS のクラウドサーバーを用いて、IoT 雨量計からの 10 分間隔で送信される雨量データを随時蓄積するデータベースの構築を行なった。また、雨量データを直近 10 分間、直近 1 時間、直近 24 時間の 3 種類で自動集計するためのプログラム構築を行なった。また、住民に「防災情報」として発信するために、自動集計した 3 種類の雨量データ各々に対して、危険度の閾値を段階的に設定できるシステムの構築を行なった。

(3) 雨量データおよび防災情報の伝達アプリの開発

住民が日常生活で情報収集のために使っているデバイスを PC・タブレット・スマホと定義して、PC 用アプリケーションとタブレット&スマホ用アプリケーションの 2 種類の伝達アプリの開発を行なった。

(4) 土砂災害リスクの高い地域への導入

開発した低コスト雨量計および観測システムと雨量デ

ータおよび防災情報の伝達アプリを、愛知県豊田市旭地区と愛媛県松山市興居島地区の2箇所に導入して、実環境での実証実験を行なった。

4. 研究成果

(1) 低コスト雨量計および観測システム

開発の結果、太陽光稼働雨量型データ通信ユニット（写真2）を完成することが出来た。写真3に示すように、雨量計本単に組み込んだ際には、通信ユニットは雨量計本体内部に格納できるようになっており、雨量計設置スペースの低減に成功した。今回開発した試作品の製造コストは20万円/台であり、既存の製品に対して▲80%以上のコストダウンを達成できた。



写真2 開発した太陽光稼働型雨量データ通信ユニット



写真3 雨量計本体とのアッセンブリー

(2) 雨量データおよび防災情報の伝達アプリ

開発の結果、PC用アプリケーション（図2）とタブレット&スマホ用アプリケーション（図3）の2種類を完成することが出来た。PC用アプリケーションは、過去の雨量データのグラフ化やデータダウンロードなど詳細の分析が可能である。タブレット&スマホ用アプリケーションは、シンプルな操作UIとなっており、リアルタイムのデータ、情報しか見れないものの、現在の状況が直感的に分かりやすいUI設計となっている。

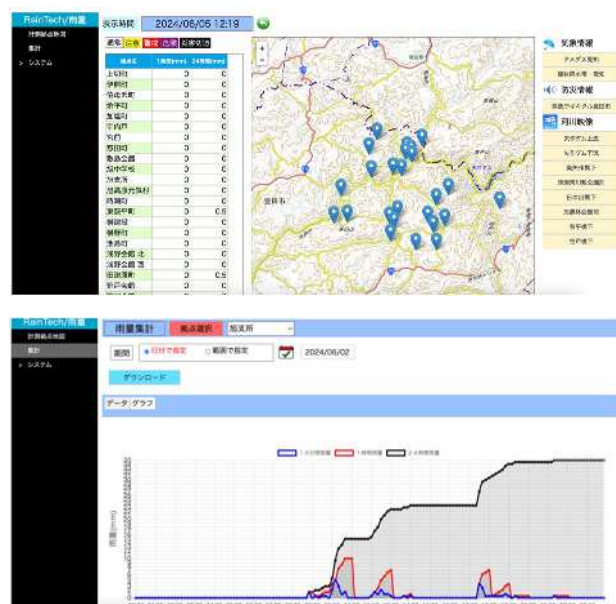


図2 PC用アプリケーション画面



図3 タブレット&スマホ用アプリケーション画面

(3) 土砂災害リスクの高い地域への導入

各住民が使いやすい方のアプリケーションを選択して使用してもらっており、今回導入した2地域においては9割以上がタブレット&スマホ用アプリケーションを選択した。PC用アプリケーションを選択した人は、元市役所勤めで防災担当をしていた方や農業を営んでいる方であった。仕事で防災担当されている方は防災情報の細かい使い方を熟知しているため雨量データを細かに分析したいニーズを持っていた。農業を営んでいる方は、防災目的だけでなく、農作物の育成状況の参考としても使用したいニーズを持たれており、防災以外の目的も含めた汎用的な使用の可能性が示唆された。

今後は、今回開発したIoT雨量計とアプリケーションを用いて、導入済みの2地域に加えて、愛知県豊田市足助地区と静岡県への追加導入を進め、「土砂災害警戒区域における面的な雨量データ取得による住民への適切な防災情報発信の研究を、引き続き愛知工業大学と共同研究者で連携して行っていく。(図4)



図4 今後の研究実施予定エリア

5. 本研究に関する発表

- (1) 藤井聡史、“土砂災害発生前の自助防災支援サービス「escommu」の取り組み紹介 ～防災×テクノロジーによる一人ひとりの危険度見える化で避難行動支援～”、第7回防災推進国民大会、2022年
- (2) 藤井聡史、“地域独自の雨量計による地域防災力向上活動のご紹介”、第8回防災推進国民大会、2023年