

非接触火山泥流検知システム十勝岳実証試験による LPWA 無線通信の積雪寒冷地特性について

株式会社拓和 ○柳町年輝、田口亮

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 藤浪武史、伊波友生

1. はじめに

積雪型火山泥流の検知を目的とした、積雪寒冷地対応、面的かつ多点観測による新しい観測システムを開発した。このシステムは、現在急速に発展している IoT/M2M クラウド技術を活用し、ネットワークを介し何処にいてもセンサー情報の監視が可能となっている。前年までは、まず北海道十勝岳下流部（火口から約 6.5km 付近）、次に上流部（火口から約 1.2km 付近）にセンサー・伝送システムを設置し、それぞれ個々段階的に実証試験を行ってきたが、本年度は、実際の運用を想定した上・中・下流の観測局および監視局をセンサーネットワークで構築し、一括した火山泥流監視システムにて実証試験を行った。その中でも本実証試験にて用いている、新しい無線通信技術「LPWA (Low Power Wide Area)」の積雪寒冷地特性の試験結果を主に報告する。

2. 非接触火山泥流検知システム

2. 1 システム概要

積雪寒冷地において、積雪・融雪の影響を受けにくい非接触方式の振動検知式土石流センサー（以下振動センサー）、レーザー測域センサー（以下測域センサー）、監視カメラ、簡易 MEMS センサー（振動・傾斜・温度）と長距離伝送無線装置を組み合わせた発生予測センサーにて構築されている（図-1）。このシステムは、火山上流域に、発生予測センサーを設置し、火山泥流発生時の振動等を簡易 MEMS センサーで計測し、中・下流域および監視局に計測情報を伝送する。中流域で火山泥流による振動を振動センサー（発生検知センサー）により発生を検知し、下流域で測域センサーと監視カメラ（発生計測センサー）により、火山泥流の断面（流量）計測および画像を記録する。中・下流域のセンサーは発生予測センサーから受信した計測情報がしきい値を超えた際にセンサー電源を起動・計測開始することにより省電力化を可能とする。

またこれらの観測データは監視局の集約・伝送装置により携帯回線等でネットワーク上のサーバーに伝送し、WEB ページにて、いつでも何処にいてもデータの閲覧が可能となっている。

2. 2 発生予測センサー（無線伝送装置）

今回新たに発生予測センサーを開発した。このセンサーは、低消費電力かつ長距離伝送、多くの中継接続可能な無線装置に簡易 MEMS センサー（3 軸加速度センサー（振動・傾斜）、温度センサー）を搭載した装置で、かつ既存の検知センサー（ワイヤーセンサー、振動センサー）等の検知信号も入力・伝送を可能としている。特徴として、乾電池のみで数年動作可能（送信内容・間隔による）、数 km の長距離伝送可能（今回の十勝岳通信試験においては約 6km 伝送が可能であることを確認した）、および中継機能を持ち、最大端末数 100 台接続、10 ホップ可能で、かつ中継経路を自動に最適経路に変更・伝送する機能により確実な伝送を可能とした。

今回の実証試験においては発生予測センサーとしておよび他のセンサーの無線伝送・伝送中継装置としても使用した。

3. 実証試験

開発した非接触火山泥流検知システムの現地実証試験を近年火

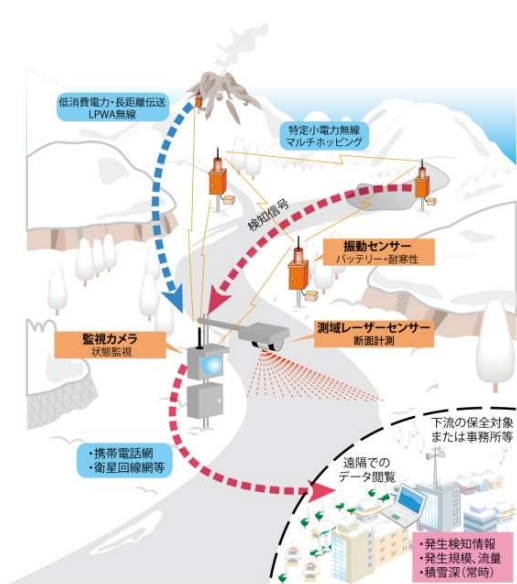


図-1 非接触火山泥流検知システム図



【主な仕様】

駆動電源：単1乾電池×6
 内蔵センサー：X,Y,X軸傾斜角度、温度
 センサー入力：ワイヤーセンサー警報接点入力1ch
 振動センサー警報接点入力1ch
 センサー出力：警報接点出力
 使用周波数：920MHz帯
 変調方式：GFSK変調：ARIB STD-T108準拠
 （今後スペクトラル拡散方式等も検討予定）
 最大伝送距離：十勝岳事前調査試験時：6km程度
 最大ノード・ホップ数：100台、10ホップ
 サイズ：198×280×100mm

図-2 発生予測センサー外観
(尻無沢3号堰堤設置)

山活動が活発な傾向を見せている北海道十勝岳山麓において行った。上流域①十勝岳避難小屋付近イオウ沢イオウ W1 ワイヤースセンサー左岸側支柱②望岳台近傍フラノ W31 ワイヤースセンサー支柱に発生予測センサーをそれぞれ設置した。上中流域③望岳台にある開発局の監視カメラ等の鉄塔④尻無沢 3 号砂防堰堤左岸の立ち入り防止柵⑤尻無沢 1 号砂防堰堤左岸の立ち入り防止柵に中継装置（発生予測センサー同様）をそれぞれ設置した。下流域⑥尻無沢白金流路工すばる橋近傍に振動センサー、測域センサー、簡易 WEB カメラ、無線伝送・中継装置（発生予測センサー同様）を設置した。監視局として⑦十勝岳火山砂防情報センター 3 F 監視室内に集約装置を設置し、監視局の無線受信の中継装置として⑧火山砂防情報センター 3F の十勝岳方向のベランダの柵⑨十勝岳火山砂防情報センター駐車場の電柱に無線中継装置（発生予測センサー同様）を設置し実証試験を行った。

4. 試験結果

振動・測域センサー、WEB 監視カメラ、クラウド監視システムは昨年までの砂防学会概要集にて発表・掲載しているので¹⁾今回は発生予測センサーの無線伝送・中継結果について報告する。

最上流の①避難小屋付近 W1 ワイヤースセンサー支柱設置の発生予測センサーから監視局⑦十勝岳火山砂防情報センター 3F 集約装置の無線伝送・中継結果を図-4 に示す。発生予測センサーは 15 秒間隔で加速度センサー、温度センサーのデータを伝送し、現在解析を行った代表的な期間、平成 30 年 2 月 2 日～17 日の約 2 週間においては、ほとんどの期間でデータ収集成功率 100%、受信強度 110dBm（±5dbm 程度）、若干 99.6～97.8%の時が何回かあったが、ほぼ積雪寒冷地の火山地域においても安定したデータ伝送が可能であった。また、中継機能の特徴として中継経路を自動に最適経路に変更・伝送する機能においては、図-5 に示す通り、経路が自動で変更・伝送され正しく最適経路で伝送されていることが判明した。



図-3 センサー位置図

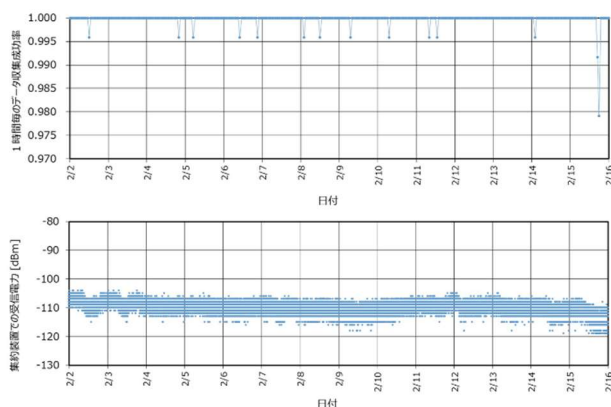


図-4 無線伝送・中継結果

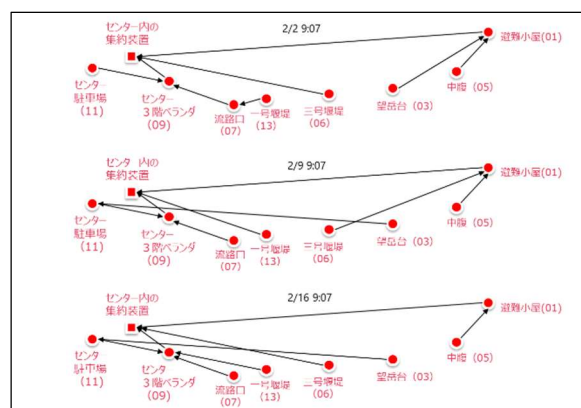


図-5 中継最適経路変更結果

5. まとめ

積雪寒冷地に対応した融雪型火山泥流検知システムを開発し、実際の北海道十勝岳山麓にて実証試験を行った。今回開発した発生予測センサーにおいて、積雪寒冷地の火山地域においても安定した長距離データ伝送が可能であった。若干収集率が落ちる時があったが、前後の通信を比較する処理等にて対応することで確実な伝送が可能である。また、このセンサーは、小型・軽量・安価・バッテリー動作のため、短時間に数多く面的に設置・観測が可能になり、新たな面的観測手法として期待できる。

また、本実証試験にご協力いただいた関係機関の皆様には謝意を申し上げます。

【参考文献】

1) 柳町年輝・結城大介・藤浪武史・阿部孝章：IoT/M2M クラウドによる非接触火山泥流検知システムの十勝岳上流部における実証試験について、平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集 pp. A592-A593