

令和 7 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 23604

研究開発課題名 データ利活用等のデジタル化の推進による社会課題・地域課題解決のための実証型
研究開発（第 3 回）

副 題 通信条件不利地を対象とした LPWA 中継局の最適配置と防災・減災に向けた気象観測

(1) 研究開発の目的

長野県は中山間地を多く抱え、谷が深く地形が複雑で人口密度も低いため携帯圏外が多く、通信を活用した中山間地の課題解決を進めるには、低コストでかつ導入が容易なシステムを構築する必要がある。本課題では、ラテン方格をベースにした偏りのない最小限の GW の配置パターンを探索し、GIS（地理情報システム）で数値標高モデルと、GW を起点とした ViewShed（見通しマップ）から LPWA の電波カバーエリアをシミュレーションし、GW の最適配置モデルを提示する。通信環境不利地域として長野県下伊那郡根羽村を実証地とし、降雨量や河川の水位を LPWA でリアルタイムの観測する仕組みを構築する。

(2) 研究開発期間

令和 6 年度から令和 7 年度（2 年間）

(3) 受託者

国立大学法人信州大学＜代表研究者＞

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 6 年度から令和 7 年度までの総額 24 百万円（令和 7 年度 12 百万円）

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 通信環境不利地域における LPWA 通信エリアの構築

1-1 LPWA 通信エリアの構築に向けた中継局の最適配置（信州大学）

1-2 通信環境不利地域における LPWA 通信実証と評価（信州大学）

1-3 長期駆動型 LPWA 気象観測装置の改良（信州大学）

研究開発項目 2 防災・減災に向けた LPWA 気象観測システムの運用

2-1 クラウドシステムによる防災・減災に関する情報発信（信州大学）

2-2 LPWA 気象観測端末の広域利用（信州大学）

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	0	0
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	1
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1 通信環境不利地域におけるLPWA 通信エリアの構築

1-1 LPWA 通信エリアの構築に向けた中継局の最適配置 (信州大学)

LPWA は省電力かつ長距離データ通信を可能にする無線通信技術である。通信モジュールとして広く導入されているLTE や5G は通信速度やデータ容量の点で優れるが、消費電力が大きく、電源確保が難しい環境での観測が困難である。LPWA は消費電力が小さく、長距離通信が可能であるため、電源確保が難しい山林での通信型観測機器として有用である。ここでは、自治体独自にLPWA 通信エリアを構築するため、GW (中継局) の最適配置を行うためのシミュレーションを行うとともに、長期観測が可能なLPWA 気象センサーを開発し、データ収集とクラウドによる閲覧システムを構築し、防災・減災に向けた情報整備を進める。

長野県根羽村において、LPWA (LoRaWAN) の中継局 (Gateway) を令和7年3月から12月にかけて根羽村田島、高橋、茶臼山高原の3カ所に設置した。GW1号機 (田島) の設置位置は (N35.247516、E137.587648)、標高 632.4m、GW2号機 (高橋) は (N35.302767、E137.623483、標高 965.1m)、GW3号機 (茶臼山) は (N35.230847、E137.658892、標高 1258.3m) である。GIS (地理情報システム) の数値標高モデル (10mDEM) を用い、各 GW 設置点から直達電波到達範囲をシミュレーションした結果、GW1 は 8.47km²、GW2 は 2.02km²、GW3 は 8.89km² のカバーエリアを確認した。1台あたり約 10km² の目標値には地形の複雑さから GW2 等でやや届かない箇所もあったが、3台の配置により根羽村および近隣市町村の通信条件不利地域でLoRaWAN 端末が活用できるエリアを整備した。

1-2 通信環境不利地域におけるLPWA 通信実証と評価 (信州大学)

GIS (地理情報システム) の数値標高モデルを用いた ViewShed 解析により各 GW からの直達電波到達範囲をシミュレーションし、根羽村 198 地点でLoRaWAN 端末の通信試験を行った結果、成功 115 地点、失敗 83 地点であった。シミュレーションで電波到達エリアと判定された範囲内ではほぼすべての地点で通信が成功し、シミュレーションの整合性を確認した。尾根の裏側やエリア端部など地形的に見通しが効かない地点では通信不可となる傾向が見られ、地形による遮蔽の影響が明確に示された。高所設置のGW3 (茶臼山、標高 1258.3m) は広域カバーに有利である一方、直下の深い谷底への到達には限界があることも確認された。

1-3 長期駆動型 LPWA 気象観測装置の改良 (信州大学)

技適取得済の LoRaWAN 対応無線モジュールの制御ソフトウェア及び無線モジュール搭載基板 (NICT 委託研究「課題番号20001 (H30~R2)」) を活用し、長期観測が可能な雨量観測システムを構築した。既存の気センサー用基板に対して E1 エミュレーターでファームウェアを書き換え、マグネットスイッチの開閉検知回路を雨量計からのパルス信号入力用に変更した。精密圧着ペンチで作成したコネクタを基板端子に接続し、気象庁検定の転倒まです型雨量計 (0.5mm 規格) と結線した。筐体にはコーキングテープで防水処理を施し、屋外での長期運用に対応した。構築したシステムは雨量計のますが転倒するごとのパルス数を10分ごとにLoRaWAN 網で送信し、クラウド上にCSV 形式で保存する。リチウム電池駆動により外部電源が不要で、設計上約 400 日の連続稼働が可能である。

研究開発項目2 防災・減災に向けたLPWA 気象観測システムの運用

2-1 クラウドシステムによる防災・減災に関する情報発信 (信州大学)

研究項目 1-3 で改良した端末と気象庁検定雨量計を根羽村高橋地区に設置し、LoRaWAN 網を通じて観測データを AWS (Amazon Web Services) サーバーへ自動送信するシステムを構築した。AWS サーバーがメールからデータを抽出・整形して Google Sheets に蓄積し、ArcGIS Online で観測地点と最新気象情報をマップ上に 15 分間隔で可視化する WEB GIS システムを実装した。根羽村や愛知県三河地域の自治体もアクセス可能な設計とした。2025 年 9 月から 2026 年 1 月までの長期観測により、日雨量 30mm 超の降雨イベントや最低気温 -10℃以下の厳冬期においても、リチウム電池駆動のシステムが欠測なく安定稼働

することを実証した。気象庁アメダス観測点が存在しない根羽村において、局地的な気象データのリアルタイム取得が可能となり、防災・減災情報基盤としての有効性を確認した。

2-2 LPWA 気象観測端末の広域利用（信州大学）

Sigfox 対応への改良は本研究期間内の時間的制約により実装を見送った。広域利用を見据えた技術開発として、LoRaWAN 対応の鳥獣害センサー（マグネットスイッチ式）を導入した。同一の LoRaWAN 通信インフラで「鳥獣対策」と「気象防災」という異なる用途の端末を混在運用できるため、インフラ投資の効率化が図れる。本技術は根羽村単独にとどまらず、同様の課題を抱える中山間地域の自治体において広く導入・普及可能なモデルである。

（8）研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究開発で構築した LPWA 通信網および気象観測システムを基盤として、矢作川源流域における通信環境不利地域への通信網拡大と、クラウド型防災情報システムの下流域自治体への共有を進める。2026 年 3 月末までに同流域の未整備エリアへ LoRaWAN 中継局の追加設置を行い、広域的な防災情報収集基盤を確立する。既存の鳥獣害センサーのハードウェアを流用・改造する手法を標準化し、ランニングコストを低減した持続可能なモデルを構築する。「IoT ラボ」や CEATEC JAPAN 等の展示会を通じて、中山間地域の通信難・観測データ不足を抱える他自治体への技術普及と横展開を図る。5 年後には矢作川源流域全体が高密度のリアルタイム気象観測網でカバーされ、源流域の降雨状況を下流域の自治体ともリアルタイムに共有することで流域治水の高度化への貢献が期待される。

雨量計を矢作川本流、茶臼山の源流域などに設置し、雨量のリアルタイム観測を行う。観測したデータをクラウドで管理し、マップベースで閲覧できるシステムを開発する。今回整備したシステムを下流域等の自治体と情報共有し、防災・減災に役立つシステムとして情報発信を進める。