

# LPWA のメッシュネットワークを用いた災害時でも利用可能な地域見守り IoT システム

高橋大夢† 内海朋成† 千葉慎二†

仙台高等専門学校†

## 1. はじめに

近年，少子高齢化，都市化の影響により地域コミュニティの機能が低下しており，社会的弱者である地域の高齢者や子供の安全を地域で見守ることが困難になっている [1][2] .

一方，日本は近年インバウンドの増加で国外からの観光客が増えている．観光客は不慣れた土地で事故や災害にあった場合，避難や救助を求めることが困難であり，観光客もその地域の社会的弱者といえる [3] .

そこで本件では地域住民や観光客の安全を守る IoT システムを提案し，低消費電力で広範囲の通信が可能である LPWA によるメッシュネットワークを用いることにより災害時でも運用可能な通信システムを構築した．また，連携する観光地で提案システムの実証実験を行い，機器の動作及び通信エリアの確認を実施し，その有効性を検証した．

## 2. 提案手法

提案するシステムを図 1 に示す．LPWA タグは，加速度センサ，GPS センサ，BLE モジュール，SOS ボタンで構成され，加速度や位置情報の収集，救難信号の有無，対象の状態の算出，任意のタイミングでのメッセージ送信を行う．これらのデータはプライベート LoRa で中継器に送信され，中継器は収集したデータをゲートウェイ（以下 GW）に同様の通信で送信する．GW は各中継器のデータを収集し，サーバに 3G で送信する．中継器と GW は小型低消費電力なため，ソーラパネルとバッテリーでの駆動が可能であり，災害による停電時でも独立した通信網として稼働する．サーバでは，収集したデータを蓄積し，詳細な行動の解析やアラームの送信を行う．これらの

データはアプリケーションとしてユーザに提供され，ユーザは地図情報やプッシュ通知，日常行動の確認を行うことができる．

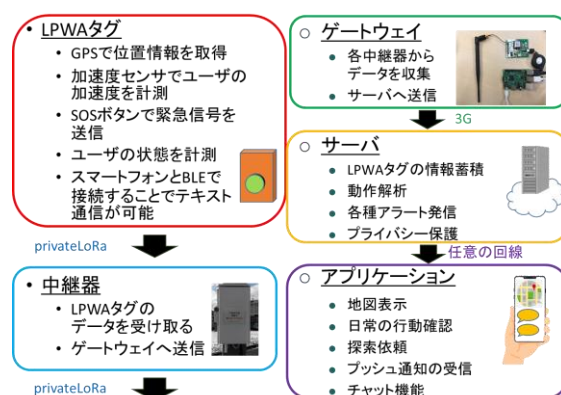


図 1: 提案システムの構成図

## 3. 実装

作成した LPWA タグを図 2 に示す．LPWA タグは Lazurite と呼ばれるマイコンをベースに加速度センサや GPS センサ，SOS ボタン，BLE モジュール，LoRa モジュールで構成され，リポバッテリーで駆動する．デバイス全体の大きさは H5[cm]\*W9[cm]\*D2[cm]となった．

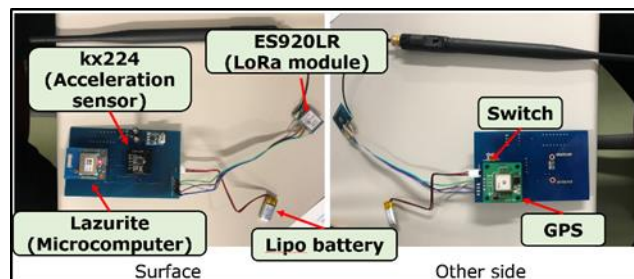


図 2: LPWA タグ外観図

本件では東京デバイス社のプライベート LoRa 通信モジュール ES920LRA1 を使用しており，そのペイロードサイズは本件の設定では最大 50byte となり，2.5kbps 程度の通信速度となっている．そのため LPWA タグからの送信データは

A Disaster-Resistant Regional IoT System Using Mesh Network of LPWA

† HIROMU TAKAHASHI, TOMONARI UCHIMI, SHINJI CHIBA, National Institute of Technology, Sendai College

コンパクトにする必要があり、加速度データについては LPWA タグ内で統計情報を計算して送信することとした。本件では 60 秒毎に計測データの統計情報を計算し送信することとした。送信するデータのフォーマットを図 3 に示す。送信データは LPWA タグの緯度、経度、三軸合成加速度の最大値、最小値、分散値、平均値、X 軸加速度平均値、Y 軸加速度平均値、救難信号の有無の合計 38 バイトとし、ユーザの位置や行動を把握できるものを選定した。

10 bytes		2 bytes	2 bytes	2 bytes	
latitude		average	combined acceleration variance	emergency signal	
3 bytes		3 bytes	3 bytes	3 bytes	10 bytes
X-axis acceleration average		Y-axis acceleration average	combined acceleration maximum	combined acceleration minimum	longitude

図 3:LPWA タグの送信データフォーマット

また、LPWA タグにはタグ内で転倒を検知し、任意のタイミングでデータを送信する機能を実装した。転倒の検知には三軸合成加速度の分散値と Y 軸加速度値の二つを用い、加速度センサの軸が変位し、かつ動作前に大きな動きがあった場合に転倒とみなすこととした [4]。

#### 4. LPWA 通信システムの動作実験

提案システムの初期実験として仙台高等専門学校校の屋上に設置してある GW を使用し、携帯した LPWA タグの位置情報の取得実験を行った。図 4 に、データベースにアップロードされた LPWA タグの位置をマーカーで示した地図を示す。



図 4:LPWA タグ動作確認実験結果

図 4 より、LPWA タグを所持したユーザの移動軌跡を読み取ることができた。次にマルチホップ

機能を実装した GW および中継器 4 台を、実験に協力していただいている観光施設に設置し、LPWA の通信範囲を拡大する実験を行った。図 5 に GW あるいは中継器からの信号を受信できた位置を、信号送信元毎に色分けしたマーカーで示した。GW と中継器はマルチホップ機能によって信号を再送することができるため、本実験では約 7km 離れた地点間での LPWA タグ通信を確認することができた。今後は中継器の設置個所を増やし、観光地全体をカバーするように 15km 以上の範囲での通信を確保することを目標とする。

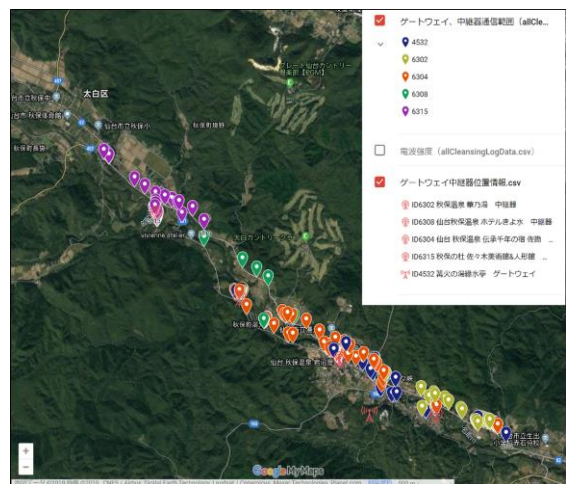


図 5:通信範囲拡大実験結果

#### 5. おわりに

本稿では地域住民や観光客の安全を守る IoT システムを提案し、低消費電力で広範囲の通信が可能である LPWA によるメッシュネットワークを用いることにより災害時でも運用可能な通信システムを構築し、その有効性を検証した。今後は、秋保地域での実証実験を進めていく。

#### [参考文献]

[1] 内閣府「平成 30 年版高齢社会白書」  
 <<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index-w.html>> (accessed 2020/1/7)

[2] 交通事故総合分析センター  
 「イタルダイノフォーメーション No.121」  
 <<http://www.itarda.or.jp/itardainfomation/info121.pdf>> (accessed 2020/1/7)

[3] 観光庁「平成 30 年版観光白書」  
 <<http://www.mlit.go.jp/common/001211873.pdf>> (accessed 2020/1/7)

[4] Analogue Dialogue  
 「3 軸デジタル加速度センサによる人の転倒の検出」  
 <[https://www.analog.com/media/jp/analog-dialogue/volume-43/number-3/articles/detecting-falls-3-axis-digital-accelerometer\\_jp.pdf](https://www.analog.com/media/jp/analog-dialogue/volume-43/number-3/articles/detecting-falls-3-axis-digital-accelerometer_jp.pdf)> (accessed 2020/1/7)