

# 安全・安心な愛知づくりのための I T S 研究補助金研究成果報告書(概要版)

## 1. 研究概要

本事業では IoT (Internet of Things) 技術を活用した低コストで運用可能な新たなバスロケを開発する。同時に電子ペーパーを利用したスマートバス停を開発し、バス停でバス情報がリアルタイムで入手できるほか、停電を伴う災害時にも避難情報等を配信できるシステムを実現することにより、安全で安心な県民生活を支える。また、バス情報を世界標準形式でオープンデータ化することにより、Google などが提供する経路案内で世界中から検索可能にすることを目的とした。

## 2. IoT バスロケーションシステム

### 2.1 概要

図1のように自治体が管理する建屋の屋上などに LoRa ゲートウェイを複数設置し、バス運行エリアをカバーするように LoRaWAN ネットワークを構築する。LoRaWAN を利用してバスの位置情報をクラウドへ送信・蓄積し、スマートバス停への遅延情報や行政からのお知らせ情報を配信する。なお、LoRaWAN は LTE と比べて一度に送信できる情報量が大幅に制限されるため、本研究で開発した可逆圧縮技術を用いて、GPS および時刻情報を約 17.5%程度に圧縮してからクラウドに送信した。

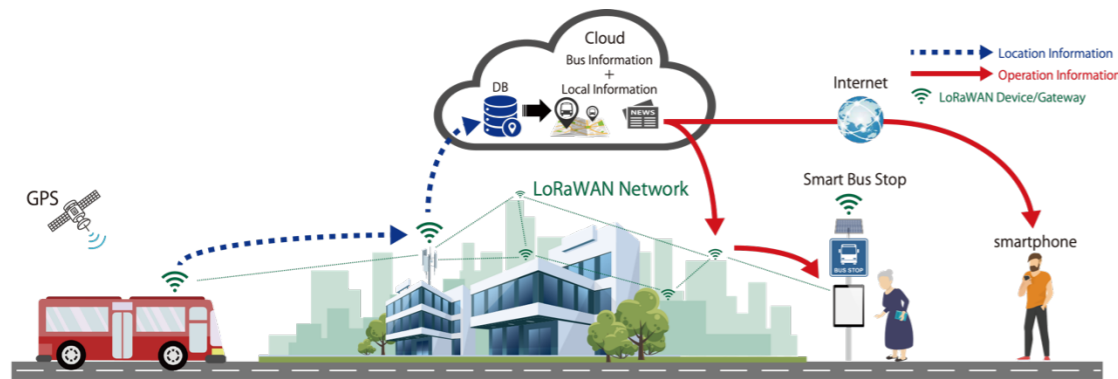


図 1 IoT バスロケーションシステムの全体像

### 2.2 スマートバス停の開発

スマートバス停はクラウド側より各種情報を受信するため、LoRa モジュールを搭載する。LoRa モジュールを制御するマイコン (Raspberry Pi Zero WH) が中核となり、受信したデータを電子ペーパーに出力する。マイコンの電源はバッテリーを利用し、太陽光パネルとチャージコントローラーを接続して給電できる仕様とした(図2)。

電子ペーパーに表示するコンテンツは、WEB 標準技術である HTML5 および CSS3 を利用したレスポンシブウェブデザインを採用した。これにより、電子ペーパーのサイズが変化しても文字サイズやレイアウトなどを動的に変更することができるため、コンテンツ作成・更新にかかる担当者の作業負荷を大幅に削減することができる。図3にコンテンツの一例としてバス運行情報を示す。クラウドから受信したバスの遅延情報および事前に設定済みの GTFS-JP データを活用して、バスの接近案内、遅延情報などを電子ペーパーに表示するように設計した。このような仕様により、スマートバス停は図4に示すバスのリアルタイムな遅延を反映したバス運行情報だ

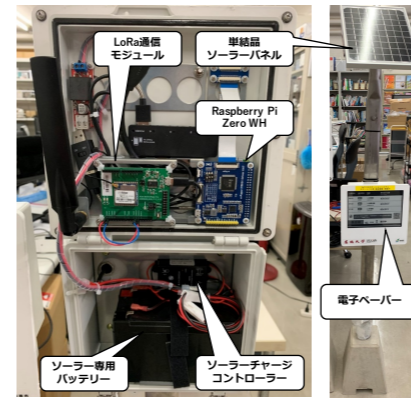


図 2 開発したスマートバス停



図 3 バス停表示コンテンツの一例

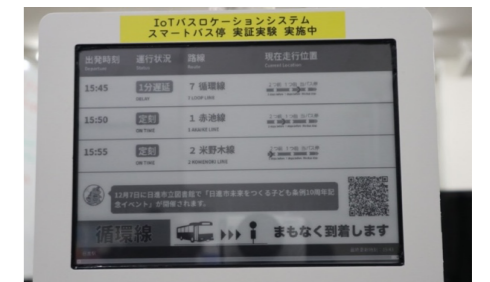


図 4 バス停表示コンテンツの一例

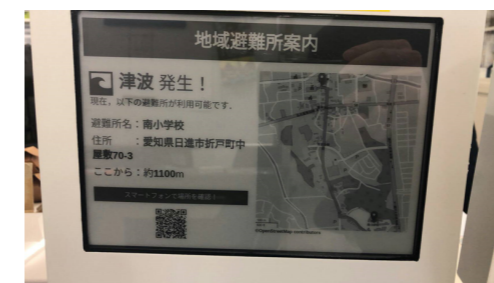


図 5 災害時情報の表示例



図 6 LoRa ゲートウェイ



図 7 スマートバスの実験の様子

けでなく、図5に示す災害時情報のように容易にコンテンツの表示切替が可能である。なお、スマートバス停の表示内容はクラウド経由で制御することが可能で、市の担当者やバス事業者が PC やスマートフォンから制御することもできる管理ページを作成した。

## 3. 実証実験

### 3.1 概要

愛知県日進市で運行しているコミュニティバス「くるりんばす」を対象に、開発した IoT バスロケーションシステムの実証実験を行った。表1に機材の設置場所やクラウドサービスの稼働場所を、図6および図7に設置した

表 1 実証実験環境

コンポーネント	配置・稼働場所
LoRa 車載器	日進市コミュニティバス「くるりんばす」循環線車内
LoRa ゲートウェイ	日進市民会館屋上 (図 6)
LoRaWAN ネットワークサーバ	ThingPark Wireless (フランスデータセンター)
管理システム (クラウド)	Microsoft Azure (香港データセンター)
スマートバス停	日進駅前ロータリー (図 7)





図 8 バス停表示コンテンツの一例

機材と実証実験の様子を示す。実証実験において、LoRaWAN ネットワークを利用して遅延情報などの動的情報を含むバス運行情報を提供可能か、また災害時情報配信への応用が可能か検証した。

### 3.2 検証結果

図 8(a)~(d)にスマートバス停の表示の様子を示す。(a)の電子ペーパーの視認性はかなり良好であり、特に太陽光の影響を受けることなく、表示内容を確認することができた。なお、電子ペーパーは液晶ディスプレイのようにバックライトが発光しないため、夜間の視認性は低下するが、(b)のように周囲に照明があれば問題なく表示内容を視認できた。

スマートバス停は令和 2 年 6 月より 1 年間日進駅に設置していたが、大雨などによる故障は見られなかった。(d)のように災害時情報にスムーズに切り替えて表示内容を変更することも確認できたが、電子ペーパー部を保護するために設置したアクリルパネルの影響により、スマートバス停を見る角度（特に下方から見上げる場合）によっては反射して表示内容を視認することが困難な場合があったが、成人の目線で見るとほとんど反射の影響は無かった。

### 3.3 GTFS データのオープン化と Google 経路案内への反映

くるりんばすのバス情報を国土交通省が標準化した「標準的なバス情報フォーマット」(GTFS-JP)で整備した。Google の乗換案内サービスに反映する申請を行い、平成 29 年 12 月に Google のサービスに反映された。図 9 にスマートフォンを用いて Google 乗換案内で経路検索した結果を示す。くるりんばすの梅森線の情報が検索結果として表示されていることが確認できた。また、整備した GTFS-JP データはオープンデータとして日進市のホームページから誰でも入手・利活用することができるようにした (図 10)。

なお、愛知県で GTFS データを整備して Google のシステムへ反映させたのは本取り組みが初であり、この成果

をきっかけとして愛知県内の各所で GTFS データの整備が促進されることに寄与した。

### 4. まとめ

本事業では IoT バスロケーションシステムを開発し、LoRaWAN で動的な情報を収集および配信することにより、電子ペーパーを利用したスマートバス停で様々な情報をリアルタイムで提供でき

ることを実証した。また、GTFS データを整備することにより、Google などのサービスでバス情報を利活用できることを実証した。今後は本事業の成果を製品化することにつながれば、自治体などに導入することにより、地域住民の移動手段として重要なバスの利便性向上につながることが期待される。

### 【主な論文発表】

- [1] T. Boshita, H. Suzuki and Y. Matsumoto: IoT-based Bus Location System Using LoRaWAN, The 21st IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), pp. 933-938, 2018.
- [2] T. Boshita, H. Suzuki and Y. Matsumoto: Compression Method of Position Information for IoT-based Bus Location System Using LoRaWAN, The 11th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU), pp. 1-2, 2018.
- [3] 鈴木秀和, 松本幸正: LPWA と電子ペーパーで構成するスマートバス停の開発と災害情報板としての活用, 第 62 年度土木計画学研究発表会講演集, No.27-5, pp.1-7, 2020.

### 【本事業に係る主な対外的発表】

- 展示会: 2 件 (あいち ITS ワールド 2017・2019)
- テレビ出演: 1 件 (東海テレビ「村上佳菜子の週刊愛ちっち」 2021/5/20 放送)
- ニコニコ動画: 1 件 (一般社団法人情報処理学会 IPSJ-ONE2021, 2021/3/20 放送)



図 9 スマートフォンを用いた Google 乗換案内の検索結果



図 10 GTFS-JP データのオープンデータ化 (日進市ホームページ)