

路面電車による地域ITSの展開 長崎電気軌道の「ドコネ」

森田 均¹・松坂 勲²・山口 泰生³・高比良 惣⁴・山口 文春⁵

¹非会員 長崎県立大学 国際情報学部 教授 (〒851-2195 長崎県西彼杵郡長与町まなび野1-1-1)

E-mail: morita@sun.ac.jp

²非会員 長崎電気軌道株式会社 電車部運転課 課長 (〒852-8134 長崎県長崎市大橋町4-5)

E-mail: i.matsusaka@naga-den.com

³非会員 長崎電気軌道株式会社 広告事業部 (〒852-8134 長崎県長崎市大橋町4-5)

E-mail: y-yamaguchi@naga-den.com

⁴非会員 扇精光株式会社 空間情報開発室 係長 (〒851-0134 長崎県長崎市田中町585-5)

E-mail: o.takahira@ougis.co.jp

⁵非会員 扇精光株式会社 空間情報開発室 次長 (〒851-0134 長崎県長崎市田中町585-5)

E-mail: f.yamaguchi@ougis.co.jp

長崎市LRTナビゲーション推進協議会（以下「協議会」）が運営する低床車位置情報配信システム「ドコネ」は、国土交通省の「平成23年度ユニバーサル社会に対応した歩行者移動支援に関する現地事業」に採択されサービスを開始した。協議会は、このサービスを発展させるためにまず長崎市の中心部で観光振興に寄与する場所情報コード整備のためのデータ収集作業を行った。これは、まちなかの回遊（歩行）と路面電車による移動をリンクさせるための試みである。また、地域の観光イベントにおいてGPS、Bluetooth、NFCと到達範囲の異なるセンサーを組み合わせてユーザー端末へ情報提供する実証実験を実施した。協議会は路面電車のみでなく街のナビゲーターを目指している。軌道内光ファイバー敷設、全車両ドライブレコーダ設置、車両と電停へのWiFi用アクセスポイント設置を果たして情報のグリッドにもなった長崎電気軌道と協議会の取組み内容、展望を報告する。

Key Words : LRT, ITS, GPS, Pedestrian Network Data, Town Planning, Nagasaki Electric Tramway

1. はじめに

(1) 長崎市の地域的課題と長崎電気軌道の取り組み

長崎市は自動車交通から公共交通機関への転換を促進し、高齢者・障害者等を含め誰もが利用しやすい公共交通機関の充実を目的として、現状の路面電車システムの機能強化を図り、長崎市の歴史ある街並みを大切に、観光都市として魅力のある、まちづくりと一体となったLRTシステムの整備を促進している。¹⁾

長崎電気軌道は、これまでに低床車を導入して、安全性・定時性・速達性・利便性さらに輸送力の向上に努めており、高齢者・障害者に優しい交通機関となるように、電停のバリアフリー化を実施している²⁾。

(2) 長崎市LRTナビゲーション推進協議会の事業

長崎市LRTナビゲーション推進協議会（以下、協議会）の構成と役割は、以下の通りである。

- ・長崎県立大学(協議会会長)
- ・長崎電気軌道株式会社(協議会副会長、運用主体)
- ・扇精光株式会社 (情報提供システムの管理)
- ・長崎市交通企画課(技術指導、広報、運用支援)
- ・長崎県EVプロジェクト推進室(技術指導、運用支援)
- ・長崎河川国道事務所 (運用支援、技術指導)

協議会は国土交通省の「平成23年度ユニバーサル社会に対応した歩行者移動支援に関する現地事業」として平成23年10月7日に「3G回線を活用した路面電車・利用者双方向位置情報配信システムによる歩行者移動支援サービス」³⁾⁴⁾⁵⁾の開始に先立ち、その名称を「ドコネ」に決定し、各電停へ告知を掲示した。長崎弁で「どこですか?」を意味するもので、「低床車はどこね」「乗車にお手伝いを必要としている方はどこね」「(観光名所の)眼鏡橋はどこね」「おいしいカステラ屋さんはどこね」と利用者に親しまれることを願ったものである。

内容は、以下の通り。(末尾図-15、図-16参照)

- ・ 対象者：障がい者、高齢者等の路面電車への乗降に支援を必要とする方、及び旅行者等の土地に不慣れな方。
- ・ サービスの流れ：
 - ① 低床車は搭載したタブレット端末からGPSによって位置情報を取得しサーバへ送信。
 - ② サーバは、位置情報を携帯電話やパソコン等で閲覧可能な情報に変換して利用者に配信。
 - ③ 利用者は、携帯電話等の端末を用いて低床車の運行状況（走行位置）を確認。さらに、同じシステム上で乗車意思を登録可能。
 - ④ 支援を必要とする方の乗車意思を運転手側の車載タブレット端末へ伝達。運転手は支援を必要とする方への配慮を乗客に要請。
 - ⑤ また、停留所近辺のバリア情報、観光情報等についても携帯端末等に提供し、最も混乱しがちな乗降時の行動を円滑に行える支援サービスを提供。
- ・ 歩行者の位置：携帯端末内蔵のGPS、または場所情報コードを埋め込んだucodeQRの読み取りにより特定。
- ・ 場所情報コードの活用方法：各電停を示す場所情報コードを取得。ucodeQR化したラベルを設置し、歩行者が位置する電停の確定に活用。
- ・ 歩行空間ネットワークデータの活用方法：停留所近辺のバリア情報、観光情報等をデータベース化。電停から観光施設までの経路情報を提供。
- ・ 利用する携帯情報端末：低床車の位置配信と運転手への情報伝達にAndroidタブレット端末、サービス利用者は携帯電話及びスマートフォンを利用。

2. 平成 24 年度のドコネ

平成 24 年度は、国土交通省の委託事業実施期間を終えて協議会による実運用を継続している。この通常サービスに加えて、財団法人長崎県産業振興財団の「平成 24 年度 EV 等事業化可能性調査事業」に採択され、地域 ITS の事業化可能性を探る調査を行った。本事業の概要は、以下の通り。

(1) 事業のテーマ

ITS と LRT をまちなか活性化に調和させる長崎発地域 ITS モデルの事業化可能性調査

(2) 受託者

長崎県公立大学法人（長崎電気軌道株式会社・扇精光株式会社・有限会社宇宙模型）

(3) 事業実施期間

平成 24 年 9 月から平成 25 年 1 月。

(4) 事業の目的

以下の 3 点を実証的に検討すること。

- 1) 地域 ITS としての LRT の事業化：既存システムを高度化させ、スマートフォン用アプリを開発・評価して長崎 EV&ITS の統合観光情報プラットフォームを県内自治体等が円滑に活用するためのテンプレートとして提供する事業の検討
- 2) ITS デバイス/システムの事業化：観光スポットの位置情報と近距離センサーの活用によって地域発の ITS デバイス/システムを構築・評価し事業化を検討
- 3) これらを統合した長崎発の地域 ITS モデルの構築：1)及び2)に関するユーザー意向調査

さらに、長崎 EV&ITS 及び長崎市 LRT ナビゲーション推進協議会による実績を反映させて ITS を長崎の地域特産品とする方策を探る。

(5) 関連研究

まちなか活性化に関しては、長崎県立大学学長裁量研究費によって長崎市新大工町から大浦町に至る「まちなか軸」を場所情報コード等による位置情報配信を行うための基礎データ収集を終え、地域 ITS モデル構築の準備が進んでいる。⁹⁾（末尾図-17、図-18、図-19 参照）

3. 位置情報特定技術を用いたシステムの構築

(1) 位置情報特定技術の仕様

ここ数年内に発売された携帯電話やスマートフォンには、GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）センサーが搭載されており、その測位結果を利用することで、自分が地球上のどこにいるのかを知ることができる。GPS は、人工衛星を利用して自身の位置を測位する仕組みであるため、見晴らしの良い屋外では精度良く位置測位が可能だが、高層ビル立ち並ぶ都市部や屋内では、精度が低い、もしくは測位ができないという欠点がある。そこで、目的地までの距離に応じて利用するセンサーを切り替えることで、安価にシステムを構築できるのではないかと考えられる。

まず、ほぼ全てのスマートフォンに搭載されている「Bluetooth」は、設定する電波強度によって、電波の到達距離を制御することができる。このうち Class2 の到達距離 10m を利用し、GPS では認識しにくい近距離のナビゲーションに Bluetooth の利用を検討する。

また、通信サービスの“Last One Mile”のように、GPS

や Bluetooth を用いたナビを用いて店舗の前まで利用者を誘導する事ができたとしても、利用者を店舗内に引き寄せる為の仕組みが必要となる。そこで、NFC (Near Field Communication : 近距離無線通信) の利用も検討する。その場合、“専用アプリインストール済みのスマートフォンを、ポスター等に貼られた NFC タグにかざすと情報が表示される“という用途が考えられる。しかし、平成 24 年 12 月末現在で、NFC タグが読み取れるスマートフォン端末は少ない。そこで、利用者のスマートフォンで NFC タグを読み取るのではなく、利用者に NFC タグ入りのキーホルダー等を持って頂き、観光施設や店舗の窓口に設置した NFC が読み取れるタブレット端末にキーホルダーを翳すことで、周辺の観光情報が取得できる仕組みを考案した。(末尾図-20 参照)

(2) システムの仕様

A) GPS を利用したナビ機能

- ・ 開発環境：アプリの公開・配布が容易に行える Android で開発を行うこととした。
- ・ 空間情報サーバのデータベース構成：提供する情報の種類や短期間でシステムを構築する必要性を考慮し、また既存事業との継続性確保と資源の活用を図るため、ドコネで使用した空間情報サーバを拡張する形でシステムの構築を行った。
- ・ 空間情報サーバから提供する情報：利用者に提供する情報のうち、“時間の経過と共に変化することのない情報”については、上記データベースで管理するのではなく、情報をファイル単位で管理でき、GoogleMap との親和性が高い KML 形式で提供する。
- ・ 処理の流れ：
 - ① 端末の移動履歴をサーバ側で管理するためには、端末固有の識別番号を取得する必要がある。そのため、利用者がスマートフォンアプリを起動すると、アプリは IMEI (International Mobile Equipment Identifier : 国際移動体装置識別番号「端末識別番号」) を取得する。IMEI が取得できない WiFi 専用端末で本サービスを利用することも想定される。IMEI が取得できない場合、アプリは WiFi の MAC-ID を取得する。
 - ② アプリは、端末内蔵の GPS センサーを用いて 1 分毎に位置測位を行う。位置測位が終了すると空間情報サーバに測位結果である位置情報と測位時間、端末識別番号を HTTP 通信で送信する。端末の GPS センサーは、毎秒間隔で位置測位が可能であり、その情報はタイムラグなく空間情報サーバに送信することができる。しかし、端末のバッテリーを多大に消費する原因となり、連続 3~4 時間程

しか利用することができなくなってしまう。そこで、位置情報の更新間隔及び位置情報の配信間隔を 1 分と設定すると、連続 8 時間以上の利用が可能である事が分かった。更新間隔が延びてしまうが実用性を考慮した結果、位置情報の取得・サーバへの送信間隔は 1 分と設定した。

- ③ 空間情報サーバは、端末から送信された情報を受信・解析を行い、「利用者端末情報テーブル」に登録済みの利用者か否かを判定する。
 - 未登録の利用者である場合：「利用者端末情報テーブル」に端末固有番号等を登録し、「利用者端末現在位置情報テーブル」と「利用端末移動履歴情報テーブル」に、受信した情報を登録する。
 - 登録済みの利用者である場合：「利用者端末現在位置情報テーブル」と「利用端末移動履歴情報テーブル」に、受信した情報を登録する。
 - ④ 空間情報サーバは位置情報等情報登録後、空間情報サーバは下記情報を端末に返信する。
 - i. 長崎市内を走行する低床車輛の位置情報 (緯度・経度等)
 - ii. 長崎市中心部の“通り名”情報 (KML 形式)
 - iii. まちなか軸 (KML 形式) iv) まちなか index 情報 (KML 形式)
 - ⑤ アプリは、自分の位置が画面中心となるように配置された地図上に、空間情報サーバから返信された情報を表示する。
- ### B) Bluetooth を利用したナビ機能
- ・ 開発環境：開発するシステムでは、Bluetooth の信号を連続的に発信可能であり、容易に入手できる端末が必要となる。Bluetooth を使った安価な機材は多く存在するが、Bluetooth 信号を一定期間発信すると自動的に止めてしまう端末が殆どで、経常的に発信できる端末は少ない。また、長崎県内の Bluetooth 信号を発信する機器を作成できる企業を探してみたが、見つけることができなかった。他県の企業にも当たってみたが、回答は同じであった。以上より、Bluetooth 発信端末として、中古の携帯電話を改造し Bluetooth 発信専用端末とした。携帯電話の Bluetooth 発信シグナルは、端末の Bluetooth センサーが SPP(Serial Port Profile) という Bluetooth プロファイルに対応していなければ検知できない。Android 端末は SPP に対応している。
 - ・ 空間情報サーバのデータベース構成：「GPS を利用したナビ機能」と同様とする。Bluetooth を利用した位置特定技術に関しては未開拓な分野であり、先行して研究を行うことで、長崎発ソリューション

ンの一翼を担える可能性があると考えられる。

- ・ 処理の流れ：
 - ① Bluetooth 発信専用端末のデバイス名称を「docone_****(4桁の通し番号)」と設定する。これは、街中に溢れる Bluetooth 端末の情報と、本システムの専用端末を明確に区別するための処理である。
 - ② スマートフォンの専用アプリを起動すると、「GPS を利用した位置特定技術」と同様に、端末固有 ID を取得した後に、GPS 測位結果を位置情報サーバに送信し、返信電文を画面に表示する。異なる点は、GPS 測位を行うように周辺の Bluetooth 搭載端末の ID を繰り返し取得する点である。
 - ・ 一回の Bluetooth 発信端末の検知処理には 6~7 秒かかる。検知処理終了後に、Bluetooth 発信専用端末の有無を確認する処理を行うと、Bluetooth 発信端末を通り過ぎた後に、発信機を検知したとみなされる場合があった。その為、検知処理終了を待たず、Bluetooth 発信端末が見つかるたびに専用端末であるか否かの判定を行い、Bluetooth 発信専用端末であると判定されると、検知処理を終了する仕組みとした。
 - ・ また、本システムでは Bluetooth 発信端末を検知する事が重要であるため、ペアリング処理は行わない。
 - ③ アプリは、Bluetooth 発信専用端末が存在を検知した場合、バイブを鳴らして検知した旨を利用者に通知すると同時に、Bluetooth 発信端末の端末名及び Bluetooth のアドレスを空間情報サーバに送信する。
 - ④ 空間情報サーバは、スマートフォンから送信された情報を受信すると、Bluetooth 発信端末の端末名及び Bluetooth のアドレスを元に、「Bluetooth 発信機情報テーブル」から、発信機の設置箇所や利用者に提供する情報を取得する。
 - ⑤ 空間情報サーバは利用者に提供する情報として、下記情報を端末に返信する。
 - i. 長崎市内を走行する低床車輛の位置情報（緯度・経度等）
 - ii. 長崎市中心部の“通り名”情報（KML 形式）
 - iii. まちなか軸（KML 形式）
 - iv. まちなか index 情報（KML 形式）
 - v. 発信機周辺の観光情報（緯度・経度等）
 - ⑥ アプリは、空間情報サーバからの情報を取得すると、表示していた地図画像の上に、周辺の観光情報をポップアップウィンドウで表示する。
- C) NFC を利用したナビ機能

- ・ 開発環境：NFC 制御できる機能は、Android2.3 以降の端末でしか利用できない。
- ・ 空間情報サーバのデータベース構成：「GPS を利用したナビ機能」とする。このサービスは観光地や店舗に NFC 読み取り可能なタブレット端末を設置し、NFC タグが付いたパンフレットを持った観光客が端末に翳すことで、周辺の観光情報を収集する仕組みを採用した。
- ・ 処理の流れ：
 - ① モニター対象者に配布した NFC キーホルダーなどを案内端末にかざすと、端末が NFC タグを読み取ったという通知が専用アプリに届く。
※NFC タグには様々な規格が存在し、アプリ側で事前に対応する規格を登録しておく必要がある。NFC の規格を登録しておくことで、その規格に対応する NFC タグが翳された場合、アプリに通知が届く。
 - ② 専用アプリは、NFC タグ読み取りの通知を受けるとアプリを起動し、読み取った文字情報と NFC タグの固有 ID、案内端末の端末固有番号(Serialid)を空間情報サーバに送信する。案内端末の端末固有番号は、GPS を使ったナビシステムとは異なり、Serialid を採用する。Serialid の取得及び NFC 読み取り機能は Android2.3 以降に搭載されている機能であり、案内端末は NFC に対応するという前提を考えると、Serialid が利用可能である。
 - ③ 空間情報サーバは、受信した情報を元に下記を判定し、両者とも OK ではない場合は、エラー画面を表示する。
 - i. 受信した文字情報が規定のフォーマット (docone_m_*****)である
 - ii. NFC タグの固有 ID が「NFC タグ情報テーブル」に登録されている。上記を満たす場合、空間情報サーバは、案内端末の端末固有番号を元に、「観光情報提供用 NFC 搭載端末情報テーブル」を検索し、案内端末の設置位置情報を取得する。ユーザ情報が登録されていない場合（初回利用時）、空間情報サーバは性別・年代・出身地・興味のあるカテゴリ等を入力できるパーソナル情報入力情報を返信する。
 - ④ アプリは、空間情報サーバからの情報を取得すると、案内端末にパーソナル情報入力画面を表示する。
 - ⑤ 利用者が、パーソナル情報を入力し登録ボタンを押下すると、アプリは入力情報を空間情報サーバに送信する。
 - ⑥ 空間情報サーバは、アプリから送信された入力情報を「NFC タグ情報テーブル」に登録し、案内端

末の設置位置情報を元に利用者の興味に即した周辺観光情報を返信する。

- ⑦ アプリは、空間情報サーバからの情報を取得すると、案内端末の画面に現在地を中心とした地図・周辺観光情報を表示する

(3) 作成したシステムの特徴

作成したのは、「GPS と Bluetooth を利用したナビ機能」を有するアプリと、「NFC を利用したナビ機能」を有するアプリの2種類である。前者は、観光客が持っているスマートフォンにインストールしてもらうことをアプリであるのに対し、後者は観光客が訪れる観光地や店舗に設置したタブレット端末にインストールする等、目的が異なるために別々のアプリとした。

i. GPS と Bluetooth を利用したナビ機能

メニューより専用アプリを起動すると、GPS センサーを用いた位置情報測定を行うと共に、周辺の Bluetooth 発信端末の検索を開始する。位置情報を1分間隔に取得

し、現在地を  のアイコンで示した。現在地を地図画面の中央に表示することが可能であり、当初はその様な設定をしていたが、周辺の観光情報を確認するには不向きであったため、設定を解除した。

アプリは、現在地(点情報)・長崎市内の通り名情報(線情報)・まちなか軸(線情報)・まちなか index (点)を重ねた GoogleMap を画面に表示する。図1にアプリ起動時の画面を示す。



図-1 アプリ起動時の画面(左)と拡大図(右)

地図上に表示された通り名情報(線情報)を選択すると、通り名に関する詳細情報が、画面に表示される。

利用者の端末が、図2に示す Bluetooth 発信端末に近づくと、バイブレーションによって利用者に周辺情報の存在を通知すると共に、端末の画面に周辺観光情報を表示する。図3に、周辺情報表示画面を示す。



図-2 Bluetooth 発信端末



図-3 周辺情報表示画面

ii. NFC を利用したナビ機能

NFC を利用したナビ機能を有するアプリは、NFC を繋ぐ事をトリガーに起動するアプリであるため、アプリのアイコンは作成しなかった。

<初回利用時>

アプリをインストールした端末に、図4に示す NFC タグをかざすと、図5に示すパーソナル情報登録画面(性別・年代・出身地・興味のあるカテゴリ)が表示さ

れる。



図-4 NFCタグ

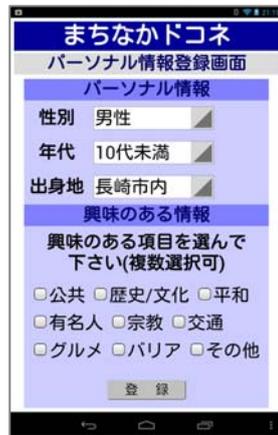


図-5 パーソナル情報登録画面

利用者が必要事項を入力し、「登録」ボタンを選択すると、入力情報が空間情報サーバに登録されると共に、利用者の興味のあるカテゴリに該当する周辺の観光情報が端末画面に表示される。端末に表示された観光情報画面を図6に示す。この画面は、登録画面で入力した興味のあるカテゴリに応じて表示内容が異なる。



図-6 観光情報画面

<2回目以降の利用時>

アプリをインストールした端末に、図4に示すNFCタグをかざすと、空間情報サーバから利用者の現在位置をGoogleMap上に表示するとともに、興味のあるカテゴリに該当する周辺の観光情報が端末画面に表示される。

4. 利用者意向調査

本事業の周知を図るために関連企業等の地域イベント

においてデモンストレーションを行い、それに合わせてアンケート及びヒアリングを実施した。

鉄道及び路面電車関連イベントは特にエンドユーザーから生の声を得るために貴重な機会となった。当初こうしたイベントでは対象を鉄道ファンや交通機関の利用者と想定していたが、車椅子利用者の家族やベビーカー利用者など移動や歩行に関する要支援者もアンケート回答者に含まれていた。

(1) 実施イベント概要

イベント①

【鉄道の日 大感謝祭 2012】

日時：平成24年10月24日（日）

場所：JR長崎駅 かもめ広場

内容：専用ブースを設置し、以下の活動を行った。

- ・ ユーザー利用意向アンケート調査
- ・ 運用中の低床路面電車運行情報サービス「ドコネ」の利用方法説明パネルの展示
- ・ 記念運行車両の位置情報配信および運転台と前方車窓のストリーム配信

イベント②

【長崎電気軌道 路面電車まつり】

日時：平成24年11月11日（日）

場所：長崎電気軌道 浦上車庫及び西洋館

内容：浦上車庫内に留置した低床車両5000形車内および周辺、西洋館において以下の活動を行った。

- ・ ユーザー利用意向アンケート調査
- ・ 運用中の低床路面電車運行情報サービス「ドコネ」の利用方法説明パネルの展示
- ・ AR機能装備アプリのデモンストレーション

(2) アンケート概観

アンケート調査にあたっては、別事業ではあるが昨年度のデータと比較可能とするため継続した質問を行った。まず、本事業のベースとなる「ドコネ」に関してユーザーの認知度の推移について考察する。図7は、ドコネがサービスを開始した2011年と本事業によるアンケート調査の合計によって推移を示したものである。ドコネを「知らなかった」と答えた方の割合は、2011年の62.50%から53.20%と減少している。この推移をイベント別に示したのが図8である。2012年の路面電車まつりでは、ドコネを「利用した」と「知っていた」を合計すると50%を越えており、認知度が高まっていることが分かる。

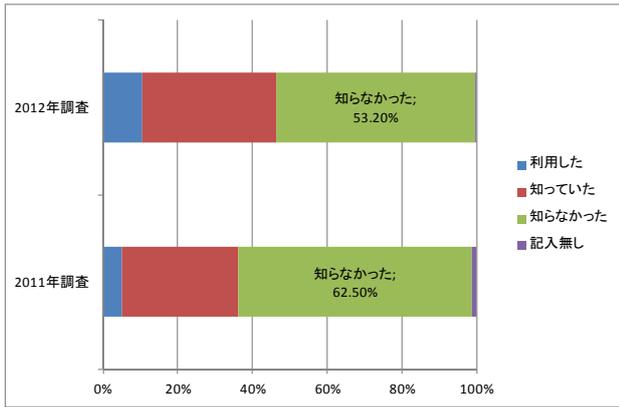


図7 「ドコネのサービスを利用したことがありますか」 実施年別推移

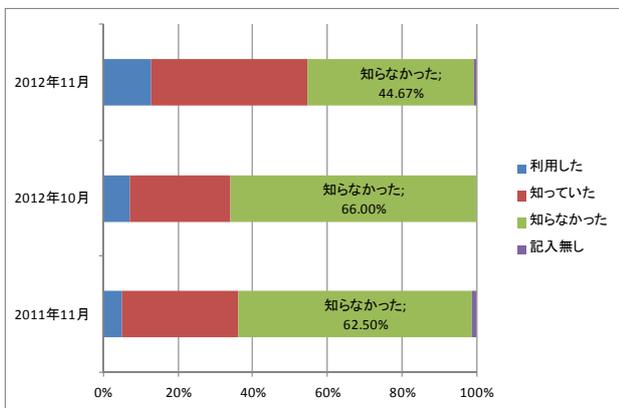


図8 「ドコネのサービスを利用したことがありますか」 イベント別推移

アンケート回答者の属性のうち、大きな違いが見受けられたのは年齢であった。図9には、30歳代および40歳代が大幅に増えて、一方で50歳代および65歳以上が大きく減少していることが示されている。年齢層の変化は、図10で明らかのようにイベント別に見ると一層顕著である。2012年の路面電車祭りでは、30歳代と40歳代がそれぞれ30%以上を占め、二つの年代を合わせると全回答者の7割となっている。一方で65歳以上が26.25%から3.33%と大幅に減少している。

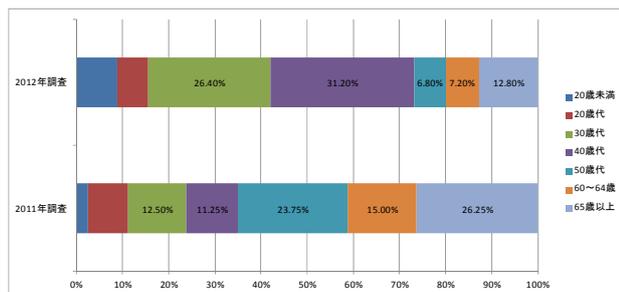


図9 回答者の年齢層別割合 (実施年別)

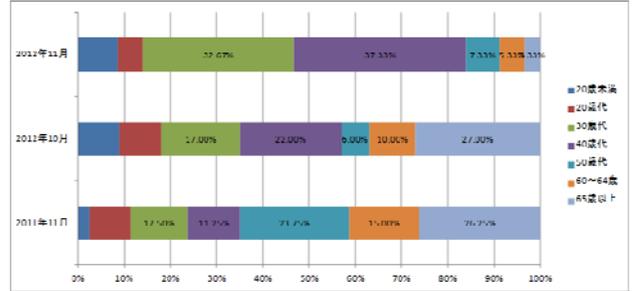


図10 回答者の年齢層別割合 (実施イベント別)

一方で、回答者の移動制約事項として、車椅子利用者が2011年の22.99%から2012年には1.57%と激減した半面でベビーカー利用者は2.30%から9.06%増加している。(図11)

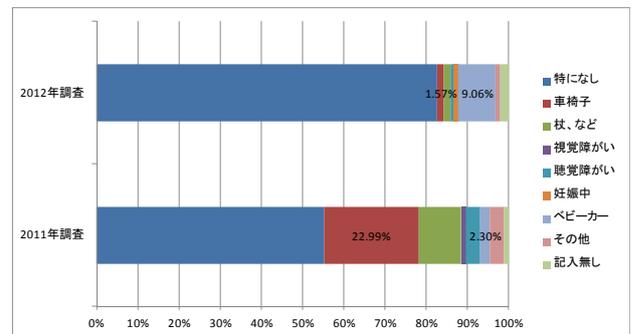


図11 外出時の移動制約項目 (実施年別)

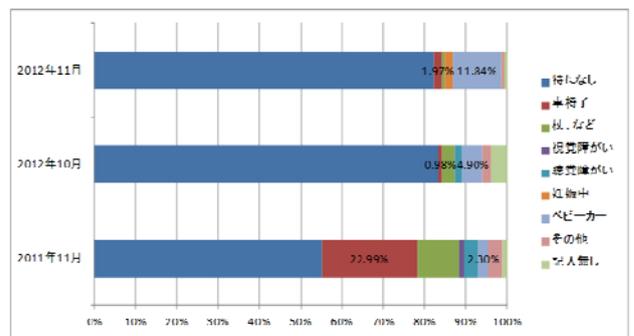


図12 外出時の移動制約項目 (イベント別)

図12で明らかになるのは、特にベビーカー利用者が2.30%(2011年ハートセンター文化祭)から4.90%(2012年鉄道の日大感謝祭)、11.84%(2012年路面電車まつり)と大幅に増加していることである。

配信を希望するバリアフリー情報については、年別(図13)もイベント別(図14)もそれほど大きな傾向の違いは無かったが、「エレベーター」と「多機能トイレ」が常に上位1,2位を占めている。

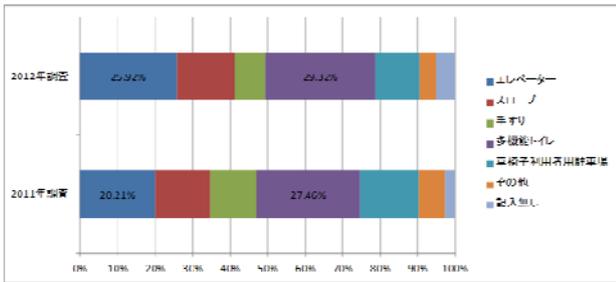


図-13 配信を希望するバリアフリー情報（実施年別）

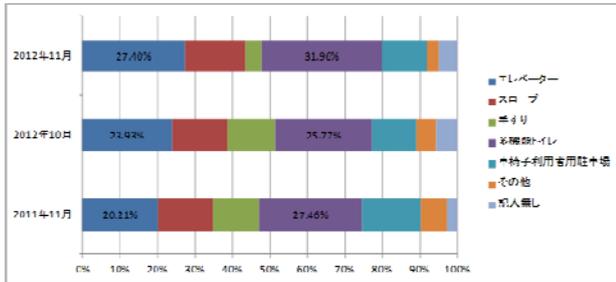


図-14 配信を希望するバリアフリー情報（イベント別）

(3) 新たなユーザー像とシステム開発の方向性の獲得

これまで検討した条件のうち、年齢「30歳代」「40歳代」、移動制約「ベビーカー」、配信希望バリアフリー情報「エレベーター」「多機能トイレ」の全てを満たすのは2012年路面電車まつりにおける調査においては18件しかない。しかしながら、ベビーカーという制約がありながら携帯端末によって情報収集を行いつつ外出する、という新たなユーザー像を導き出すことができる。これは、従来のドコネが移動支援の対象と想定していた車椅子や杖などの使用者とは異なるものであった。

本事業においては、上記のような新たなユーザー像をも視野に収めながら、街歩きにも活用可能なITSサービスの実現を目指すこととした。

また、アンケートの自由記述には、「ベビーカーの対応は他都市より優れている」「いつもベビーカーを気にかけていただいております」というものがあった。一方で「ドコネが使いにくい。地図を操作しやすくしてほしい。電車がどの方向に向かっているのかわからない」という指摘もあった。さらに「配信を希望するバリアフリー情報」という質問に対してではあったが「観光情報」という回答があった。こうしたユーザーの指摘をくみ取って本事業におけるシステム開発の方向性を策定した。

5. システム構想

本調査において実施した調査研究の成果を反映させた

具体的な展開事例として、開発したアプリ及びセンサーを総動員し、実際の観光イベントにおいて展開するモデル事業を設定し、その際に適切なユーザー意向調査を行い、加えて情報提供者側へ具体例を示すための計画を策定した。（末尾図-21 参照）

(1) 目的

観光客を対象に、ITS ツールを用いて移動支援に係わる情報を提供し、円滑な移動を手助けする可能性探することを目的とする。国交省長崎河川国道事務所では、民間プローブデータを加工集計し、その結果をホームページ上に「渋滞マップ」として公開している。民間プローブデータは、対象区間内を走行した自動車から入手したデータであり、平日/休日といった交通流動の変動を把握することができる。従ってより多くの利用者に情報提供し、渋滞時を回避する行動変容の一助にしてもらうことが期待できる。

そのため、データを最新データに更新するとともに簡易なアプリを開発し、ランタンフェスティバルの Web へ掲載してもらうことで、ランタンフェスティバルへ来訪しようとする来訪者へ今まで以上に情報提供を出来ることが期待出来るため、試行的に実施する。

また、国交省が実施した「通り名で「道案内」」プロジェクトのストックを活用し、来訪者の移動支援を実施する。いままでは、作成した情報を紙媒体で配布していたが、この方法だと媒体が無くなった時点で情報の普及も滞る可能性がある。これらの情報を現在サービス提供中の「ドコネ」のシステムを組み込み、歩行者支援情報の一環として提供する。

こうした情報をデジタル化し、ICT を活用した情報提供の有効性の検証を行う。上述したサービス提供のインフラとしては、GPS（20m～数 km）～Bluetooth（1～20m）～NFC（数十 cm）の通信技術を用いて、情報提供のシームレス化を図り、体験した来訪者から利用意向を聞き取り、これら提供方法を検討する。

(2) 実施期間

長崎ランタンフェスティバル 2013 開催期間（平成 25 年 2 月 10 日（日）～24 日（日））

※意向調査は平日昼から夕方（2 月 12 日/13 日）

※調査場所は、長崎駅前高架/出島公園

(3) 実験内容

以下のような内容で社会実験を計画した。

- ・ 長崎河川国道事務所の渋滞マップ Web へ外部（ランタンフェスティバル、ドコネ）から誘導するためのリンク貼りのプログラムを作成
- ・ ドコネの表示情報に、通り名で道案内の情報を

追加

- ・ ドコネの Web を調査場所で体験した調査協力者から利用意向のヒアリングを実施
- ・ 電停に取り付けた Bluetooth 機器からランタン会場までのバリエーション、イベント情報、周辺観光施設情報をスマートフォン利用者（アプリダウンロード者）へ提供
- ・ 上記のプログラムへのアクセスを可能とする NFC タグを意向調査への協力者へ配布

6. オープン環境の整備構想による事業化可能性の検討

本調査において実施したアンケートの中では、第4章で報告したように特にユーザーの意向としてバリア情報としての観光情報やアクティブな移動要支援者としてのベビーカー利用者からエレベーターやバリアフリー対応トイレの位置情報提供を望む意見が明らかになった。また、長崎市 LRT ナビゲーション推進協議会がこれまで継続しているアクセス解析からは、大雪や台風など長崎市としては通常と異なる天候となる際にアクセス数が急増すること、さらに普及促進のための鉄道及び観光イベントなどの際にもアクセスが増えることが明らかになっている。これらの調査から、長崎市の中心部において、移動に対して支援を要する方々のため、また観光情報を必要とする方々のために LRT を基盤とした地域 ITS サービスへのニーズを確認することが出来た。

ここでは、こうしたニーズに基づき事業化可能性調査の成果取りまとめとして、アプリケーション開発、ITS 産業への参入障壁軽減の試み、システムとしての LRT から ITS 事業化モデルの提案、の観点から検討内容を列挙した上でこれらをオープン環境によって事業展開する可能性を検討する。

(1) アプリケーション開発のオープン化

- A) 開発環境として Android を選択したことにより、既存ソフトウェア資産の継承と公開を容易にしている
- B) データをファイル単位で管理でき、GoogleMap との親和性が高い KML 形式で情報を記述する手法を採用している
- C) 提供するデータは、既存データベース及び他機関構築によるデータベースとの接続性を実証している

A)については、さらに開発を HTML5 で行うことにより iOS と Android とのハイブリッド・アプリとすることも可能である。ユーザー側端末の仕様に幅広く応えるた

めには、こうした開発思想が重要となる。しかしながら、事業として検討する場合には開発側、ユーザー側双方の意向を反映させながら指針を決定する必要がある。本調査では開発期間の短縮化、予算の軽減を考慮し、また NFC サポートの有無から Android を選択した。本調査の成果を他地域等で展開する際には、既存システムとの親和性、想定されるユーザーの利用端末などを考慮してケース・バイ・ケースで開発環境が選択されることになることが望ましい。

B)については、位置情報の記述が容易でありテキストベースで「書き換え」が容易な環境を提供することができた。スクリプトの特性を考慮すると、既存のエディタ・ソフト等で入力、バグフィックスともに特殊な開発環境を必要とせず実現可能となる点が開発者側にとって大きな利点となる。また、KML によって一旦フォームを決定してしまえば、情報提供者による直接入力も可能となり、データ管理、システムのメンテナンスともに簡便となる。

C)については、A)及び B)の特性を反映しつつ、情報提供システムとしての拡張性をも示す特性である。本章で検討して来たのは、長崎河川国道事務所による道路関連の既存データ、ドコネ及びおくんちナビによる長崎市内中心部の移動支援用データ、そして長崎旅ネット及び長崎県統合観光情報プラットフォームとの接続性である。これらは公的データベースもしくはオープン・データベースと位置付けられるものである。これらの既存データベースとの接続性が確認できたことによって、情報の提供地域もしくはデータの収集範囲が重複する場合、相互接続によって既存データの活用が可能となることが判明した。一方で、情報の提供地域もしくはデータの収集範囲が重複しない場合は、既存データを即座に活用することは不可能である。しかしながら、将来的な拡張可能性という観点からすると、他データベースとの接続性検討は意義のある調査項目であった。

(2) ITS 産業への参入障壁軽減としてのハードウェア開発の試み

- A) 本論文第3章で検討したように、ユーザー端末では受信可能であるものの、本調査の申請時、調査遂行期間において独立した形状の Bluetooth 発信機は発売されていなかったため、専用端末を開発することは、長崎発のソリューションの一翼を担える可能性があると考えられる
- B) 開発したハードウェアは、路上に設置することを前提とした ITS デバイスとしては、バッテリー駆動及び充電・給電において満足な防水性能を備え、本体稼働状況を容易に確認可能な小窓の設置を実現するなど十分に実用に

足る製品となっているため、試作品開発としては、成功した

- C) Bluetooth 発信機の本体が使用済みのフィーチャーフォンであることを考慮すると、本体よりも筐体の制作に多くのコストを要している

A)については、Bluetooth のペアリング機能を使用せず、ユーザー端末からはセンサーとして、サーバーからは特定位置マーカとして機能させるためのハードウェア開発を検討したものである。ハードウェア開発におけるリスクを軽減させるため、発信機機能を既存の使用済みフィーチャーフォンとした。フィーチャーフォンのバッテリー持続時間は実証により 72 時間以上であることから短期間のイベント等での利用にあたっては利便性が高い。また、AC 電源が確保できる場所では連続運用が可能である。

B)については、長崎 EV&ITS プロジェクトにおいて五島地域で展開している電気自動車、ITS 設備、グリッド等を見事に表現したジオラマ制作を担当した有限会社宇宙模型を外注先として選定し、筐体の開発を依頼した。精密模型の制作メーカーであると同時に、EV&ITS 事業への親和性があるため本調査には適任と判断したためである。有限会社宇宙模型からは、上記のようなギミックを筐体の実装させて、要求仕様を十分に満たした試作品が納入された。実証実験にあたって、ハードウェアに起因するトラブルは発生していない。従って試作品開発は成功しており、開発及び制作能力の面から、既存企業の ITS 産業参入への橋渡しを図る、という本事業開始時の目標も一定の成果を上げることが出来た。特に県内企業がこの役割を担えたという点では、大きな意義があった。

C)については、事業化にあたって最大の問題点である。このまま開発を続ける場合は、試作品開発と量産を別の企業が担うことにより、コストダウンを図ることが必要である。また一方で、既述したように国内外の企業から単体の Bluetooth 発信機が発売されることも予定されている。こうした状況の変化を考慮すると、ハードウェア開発については、本事業によって検討した機能のものをそのまま事業化することは、難しいと思われる。開発・販売ともに競争力が強い世界規模の企業と競合することは、県内企業にとって非常にリスクが大きい。この事項については、単なるハードウェア開発ではなく、ソリューションとして位置付けることによって本事業の意義が見えてくる。ハードウェア的な機能を満たす製品が無い中で、リスクを軽減させつつ開発に挑み、所定の目的を果たすことができた。事業化調査としても所期の目的を果たすことが出来たと考えられる。両者に共通するのは、地域モビリティに貢献するナビゲーターを目指していることである。

(3) システムとしての LRT から ITS 事業化モデルの提案

- A) 本事業で検討したモデルは、実運用されている LRT 位置情報配信サービス（ドコネ）を基盤としたもので、鉄道イベント及び観光イベントを活用して普及促進を図り利用意向調査を行うなど、ユーザー側の観点を重視している
- B) 実運用されているサービスはユーザーの認知度も高いことから、他の情報提供者としてもユーザーインターフェイスとして有用である
- C) 実運用中のサービスを休止することなく、一方でユーザーの意向に直接触れながら作業を進めることができるため、常に明確なゴールを設定し、ユーザーの期待に応えるというモチベーションを高く保つ良好な「開発環境」によるシステム開発が可能となる

A)については、ドコネというシステムが常にユーザー志向であり続けるというポリシーを反映したもののだが、一方で ITS は総体として当然ながらユーザーありきのサービスである。この観点からすると明確すぎるようにも思われるが、ドコネのユーザー志向は、定時運行、安全運転を常態として提供する公共交通事業者によって、胚胎された行動原理である。ドコネは、車載端末に対する運転士の操作を出庫時と入庫時のみに限ることで、現状では電車の運行を阻害しないパッシブな安全確保寄りとなっている。移動に支援を要する乗客の低床車乗車意思表示には、乗車義務を伴わない一方で乗車を確約するものでもない。運転士もまたシステムとしてのドコネのユーザーである。このように義務を負わせないことも、ユーザー志向の一端となっている。

B)については、本章でもドコネ Web にウェッジットを貼り付けるという方策を示した。こうした積極的な情報提供に対応することはもちろんのこと、商店や飲食店の集客のためにも活用可能である。従来のドコネでは、距離が近いと Googlemap 上にプロットしたアイコンが重複してしまうことで商店街などにおける個別店舗の表示が不可能となっていた。これに対しては、Bluetooth 発信機の活用による情報提供範囲の広域化と NFC タグの活用による個人識別を組み合わせることで詳細な誘導方策の提供を柔軟に実現することが出来る。

C)については、相応の開発力を備えた企業が中心となることによってシステム全体の運用による事業化という方策も可能となる。ただし、この場合に求められるのは技術力のみならず開発に対する情熱と実社会で自らの開発案件が活用可能であることを把握したエンジニアの感動である。通常、開発環境とはコンピュータ上にある開発キット等のソフトウェアのことであるが、エンジニア

を取り巻く実世界の空間や人間関係をも含めて「開発環境」と記した。一方(1)で検討したアプリのオープンソース化は、県内の自治体や商店街等が観光案内や移動支援に本事業の成果を活用したいと考える場合に、独自アプリをゼロから構築するのではなくフォームやモジュールとして役立てるなど有効な展開策となる。

以上のように ITS 事業をオープンな環境でシステムとして実現することによって事業化の可能性を検討したことが、本調査の成果である。オープン環境は、システムの各パートを切り離して自由な再利用を可能とする。一方、システム全体で事業を担う場合には、本事業がモデルとしたように大学あるいは協議会などの非営利的な団体を中心とすることが一つの展開策である。特に公立大学法人の地域貢献機能は、一層活用の余地があるものとして強調しておきたい。

7. 結びに代えて

本調査によって提唱した事業モデルは、ITS の Intelligent を情報産業企業として扇精光株式会社が担い、Transport を公共交通事業者として長崎電気軌道株式会社が担い、System あるいは Service を長崎県公立大学法人が統合したものであった。新規参入企業が活躍する場を整え、役割分担を変えながら新たなモデルを構築することで事業化は可能であると考えられる。

今後は研究の成果を他の事例⁷⁾⁸⁾と関連させつつ、異なる分野へのアプローチ⁹⁾¹⁰⁾も試みて行きたい。

参考文献

- 1) 長崎市企画財政部総合企画室：長崎市第四次総合計画, 2011.
- 2) 長崎電気軌道株式会社：快適・便利な路面電車を目指して, 2011.
- 3) 森田 均：「3G 回線を活用した路面電車・利用者双方向位置情報配信システムによる歩行者移動支援サービス」のご紹介, 国土交通省総合交通メールマガジン, 第 40 号, 2011.
- 4) 森田 均：まちづくりに貢献するナビゲーター 長崎 EV&ITS の ITS 搭載カーナビから長崎電気軌道の「ドコネ」システムへ, 長崎県立大学国際情報学部研究紀要, 第 12 号, pp.181-193, 2011.
- 5) 森田 均・松坂 勲・山口泰生・高比良惣・山口文春：地域モビリティに貢献するナビゲーター長崎電気軌道の「ドコネ」, 土木計画学研究・講演集 45, CD-ROM, 2012.
- 6) 森田 均・松坂 勲・山口泰生・高比良惣・山口文春：路面電車の位置情報配信から街のナビゲータを目指して, 第 11 回 ITS シンポジウム 2012, ITS ジャパン, CD-ROM, 2012.
- 7) 渡部康祐・鈴木高宏・松本修一・森田均：長崎 EV&ITS における未来型ドライブ観光の実現に向けた地域発 ITS コンテンツ・サービス提供システムの構築, 土木計画学研究・講演集 43, CD-ROM, 2011.
- 8) 渡部康祐・鈴木高宏・松本修一・森田均：長崎 EV&ITS における未来型ドライブ観光の実現に向けた地域発 ITS コンテンツ・サービス提供システムの展開, 土木計画学研究・講演集 45, CD-ROM, 2012.
- 9) 森田 均：テキストと実世界のアンカーを考える, 日本認知科学会第 29 回大会発表論文集, CD-ROM, 2012.
- 10) 森田 均：まちなかのテキストとグリッド, 第 27 回人工知能学会全国大会発表論文集, CD-ROM, 2013.(採択済)

(2013.5.7 受付)

Development of regional ITS by Tramway DOKONE System for Nagasaki Electric Tramway

Hitoshi MORITA,
Isao MATSUSAKA, Yasuo YAMAGUCHI,
Osamu TAKAHIRA, Fumiharu YAMAGUCHI

Nagasaki LRT Navigation Promotion Council provides the Service named DOKONE. It is a system that distributes the position information of the low-floor vehicle operated by Nagasaki Electric Tramway to the mobile terminal. This system detects tram and user's positions by using GPS, and transmits data via mobile network (LTE). Users can determine the position of the tram by the map displayed on the screen of the mobile phone. In addition, they can reserve getting on from a specific stop. This service started in October, 2011, and reached 40,000 by the number of accesses in one year. Our Promotion Council is composed by the university, private companies, and local governments (City and Prefecture). We developed a new navigation system for sightseeing that used GPS, Bluetooth and the NFC tag based on DOKONE in 2012. This article reports on the process of the evolution of the navigator.

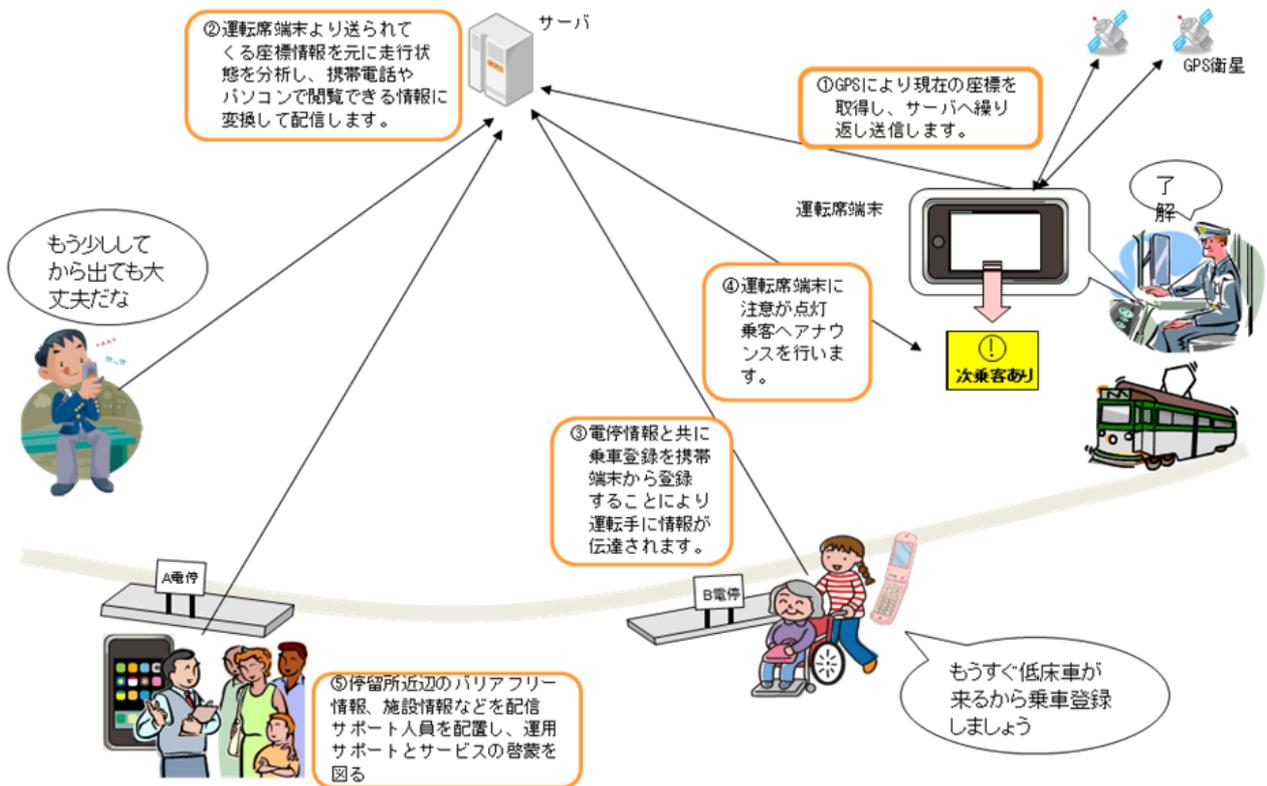


図-15 サービスの流れ

路面電車低床車運行情報等提供サービス
NAGASAKI LRT NAVIGATOR
ドコネ

低床車両の位置を10秒間隔で更新します。右側のリストにある電車アイコンにマウスを合わせると、その車両の位置に移動します。

位置情報 パリア情報 twitter

3000形
3001号車
4系 正覚寺下
蛸茶屋[17:23]

3002号車
5系 石橋
大浦天主堂下[17:23]

3003号車
1系 正覚寺下
若葉町[17:23]

5000形
5001号車
3系 赤迫
長崎駅前[17:23]

powered by 扇精光株式会社 情報提供:長崎電気軌道株式会社

図-16 PC版ドコネのサービス提供画面

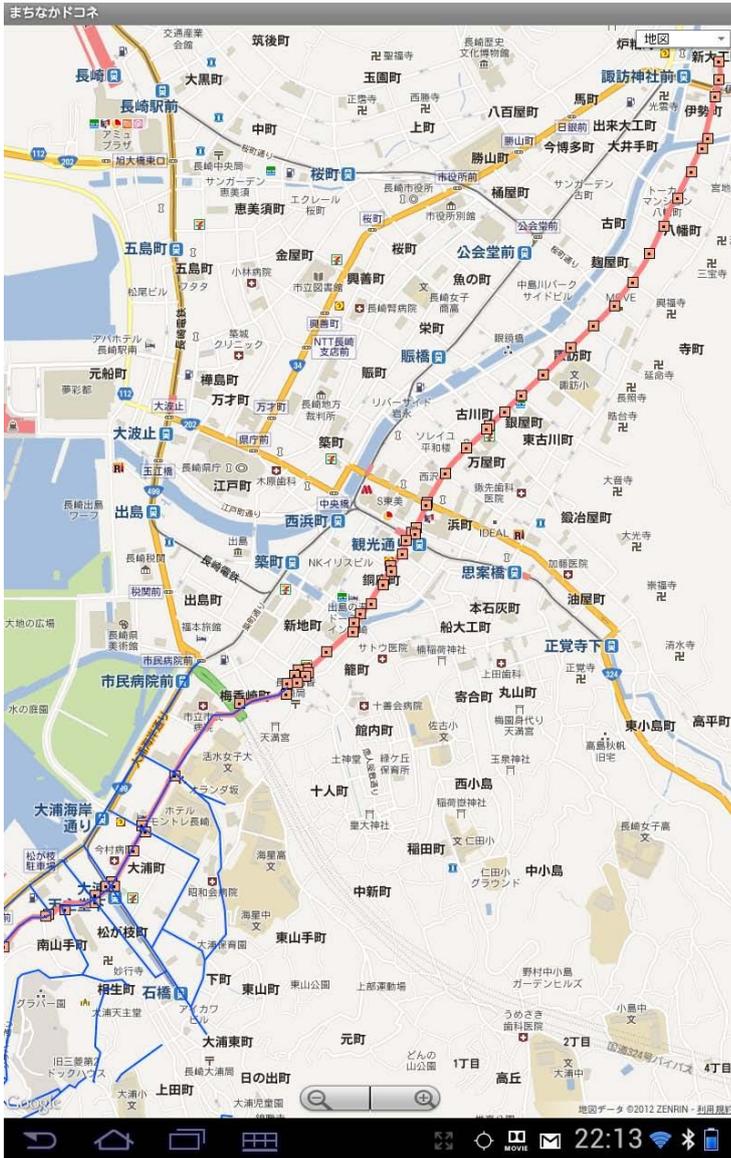


図-17 まちなか軸測定結果を反映させた街歩き用ナビアプリ



図-18 まちなか軸に埋設された道案内用銘盤



図-19 学生と共に実践した試み：まちなか軸の緯度経度測定

GPS (long-range 数km~20m)	Bluetooth (middle-range 20~1m)	NFC (short-range 0.1m)
屋外での広域ナビゲーションや現在位置の把握に利用する 今回は統合観光情報プラットフォームを利用するアプリにてGPSを使用し検証する	Bluetooth発信機に、スマートフォンが近づいた事をきっかけとして、端末に近辺情報の配信、施設への誘導などの情報を配信することが可能か検証する。	案内用Android端末に、NFC対応スマートフォン、NFCシールを貼った印刷物などを近づける事により、ユーザーに応じた情報の提供が可能か検証する。

GPSと近距離通信技術の特性に応じた対応範囲を設定し、それらをシームレスに繋げて運用

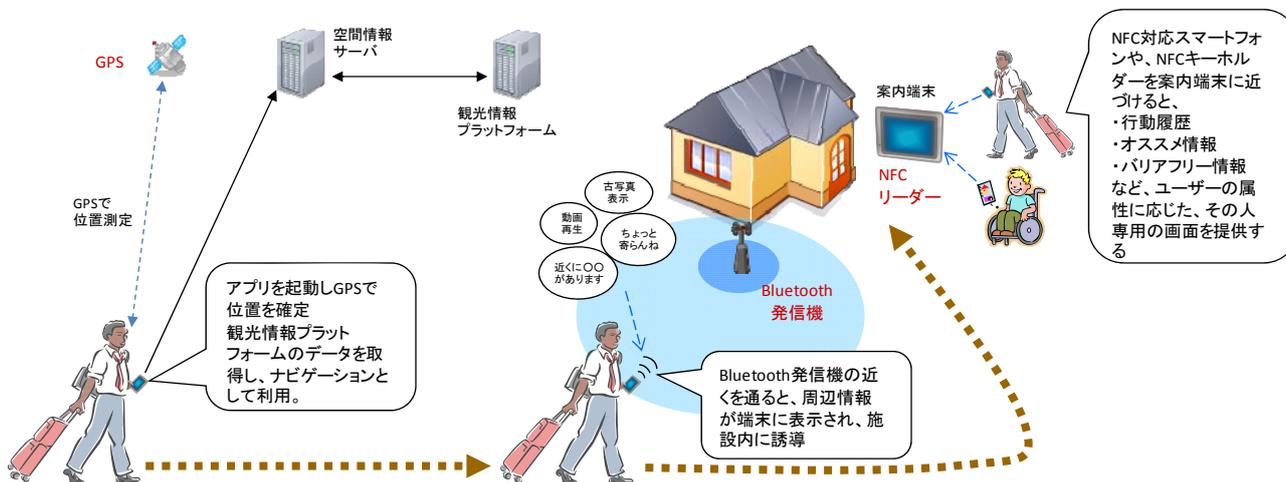


図-20 各センサーの特性と活用策



図-21 社会実験の実施地域地図(緑三角の計5電停にBluetooth発信機を設置)