

まちのナビゲーターから輸送・情報・エネルギーの統合サービスを目指して 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。同協議会は、このサービスを発展させるため24年度に長崎市中心部で歩行と路面電車による移動をリンクさせる試みと、異なるセンサーを組合わせてユーザーへ情報提供する実証実験を実施した。25年度には、走行中の路面電車車内からインターネットでHD映像を配信する試みにより全車両全電停がWi-Fiアクセスポイントとなった軌道が情報網としても機能することを実証した。また、五島市三井楽町に設置されたマイクログリッドからEVによって電気を運ぶプロジェクトにおいて簡易で安価な位置情報提供システムを提供して他地域展開が可能であることとエネルギー網の一部として機能することも実証した。輸送・情報・エネルギーの統合サービスを目指した取組みと展望を報告する。

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

1. 長崎市 LRT ナビゲーション推進協議会のドコネ

長崎市LRTナビゲーション推進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)
- ・長崎市まちなか事業推進室 (技術指導, 広報, 運用支援)
- ・長崎県産業労働部グリーンニューディール推進室 (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」として路面電車を重要な公共交通とする長崎市¹⁾²⁾で平成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、名称を「ドコネ」に決定し、各電停へ告知を掲示した。長崎方言で「どこですか?」を意味するもので、利用者に親しまれることを願ったものである。



図-1 ドコネの低床車位置情報配信サイト画面



図-2 ドコネのバリアフリー情報配信画面



図-3 ドコネの観光情報配信画面

なお、発足当時長崎市の担当部局は、交通企画課であり、長崎県はEVプロジェクト推進室であった。機構変更によって現在へ至っている。

サービス内容と流れは、以下の通りである。

- ・ 対象者：障がい者、高齢者等路面電車への乗降に支援を必要とする方、旅行者等土地に不慣れな方。
 - 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GPS、または場所情報コードを埋め込んだucodeQRの読取りにより特定。
- ・ 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。

なお、GPSとは別種のセンサーを用いた街中回遊のためのシステム実験については既に報告している。⁶低床車搭載端末は、社内情報網整備に伴い、平成26年3月より専用端末へと変更されている。

2. 軌道の情報網化による路面電車の進化

(1) 情報網としての路面電車

長崎電気軌道は、平成24年度末までに軌道内に光ファイバ網を敷設を終えた。平成25年6月からはこれを使用して全部の停留所と全部の車両でWi-Fi利用が可能となっており、走行中の車内においてシームレスな情報の受発信を可能としている。「ドコネ」のバックボーンも公衆回線からこの自社情報網となった。これは、単に顧客サービスとして通信環境を提供しているということではない。このことを実証するために、ITS世界会議2013東京が開催された東京台場の会場へ長崎市内を走行する路面電車車内からHD映像のライブ中継を実施した。映像データを圧縮するためのエンコーダ、受け側で復号するためのデコーダを使用した他は、通常のインターネット中継と変わる点は無く、2013年10月16日、17日のそれぞれ14時から15時まで実施した中継は成功した。これによって遠隔地の映像をショーケースとして初めて展示したのみでなく、走行中の路面電車から情報通信網の機能を獲得したことで、長崎電気軌道の線路はメタファーとして「どこまでも続く」こととなった。

(2) ITS 世界会議 2013 東京における遠隔ショーケース

長崎の路面電車車内からインターネット経由で東京ビッグサイトへ中継した際の様子を以下の図で概観する。

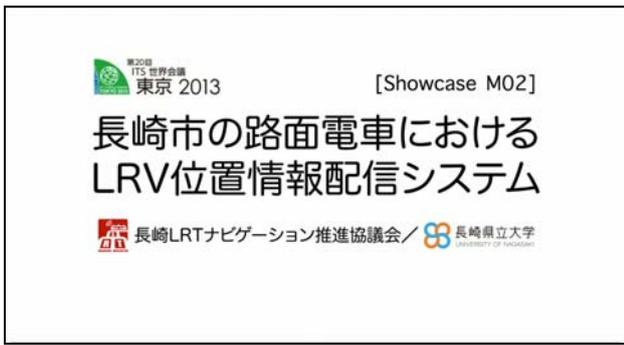


図-4 中継のタイトル画面(日本語版)

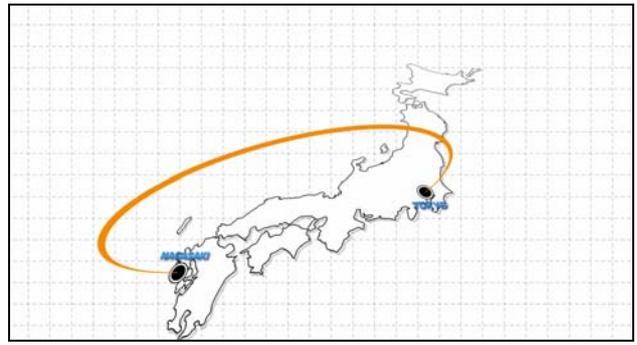


図-8 長崎から東京へのライブ中継であることを説明



図-5 中継のタイトル画面(英語版)



図-9 中継走行で使用した長崎電気軌道5002号



図-6 軌道内光ファイバ網の説明図

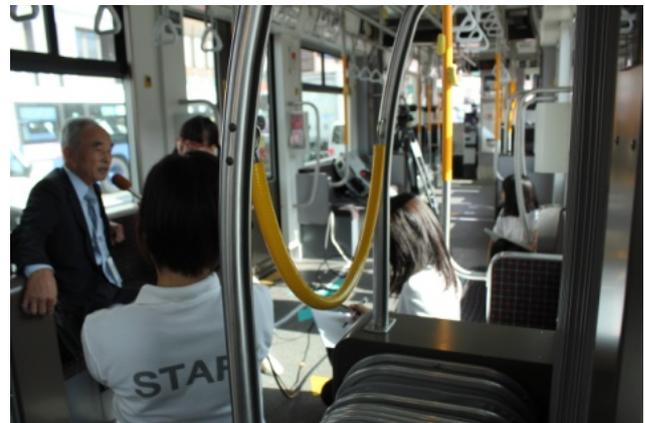


図-10 学生スタッフのインタビューに応じる長崎県立大学長

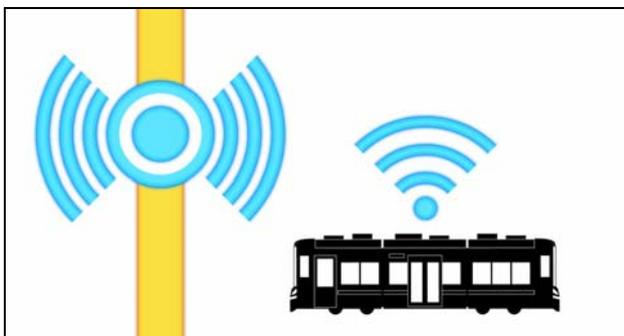


図-7 電停及び車内Wi-Fiの説明図

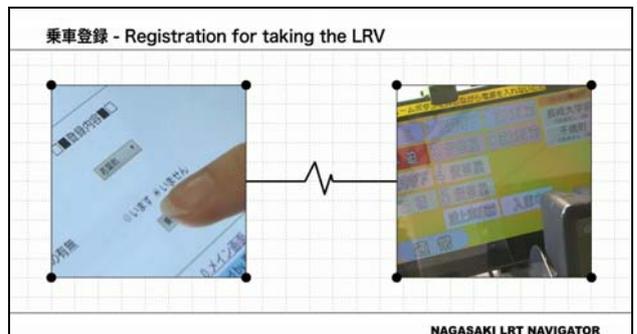


図-11 ドコネの乗車登録機能を紹介



図-12 車内でベビーカーの固定作業を実演

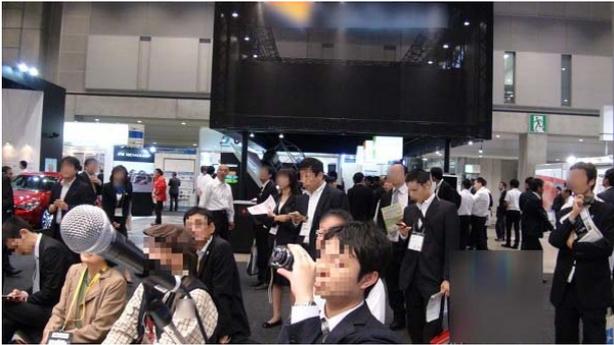


図-13 東京ビッグサイトのステージ前（ステージ側から撮影）



図-14 東京ビッグサイトのステージ前（客席側から撮影）

(3) 遠隔ショーケース実現までの準備状況

以下に時系列で列記する。

平成 25 年 3 月 12 日：日本委員会による長崎視察。長崎電気軌道 5000 形に試乗してドコネを使用。

平成 25 年 3 月 29 日：テクニカルツアー、ショーケース設定申込書提出。

ショーケース名称：ライブ中継による地域 ITS の実運用紹介：長崎市の路面電車における低床車両と位置情報配信システム「ドコネ」

ショーケースの目的（訴求点）：長崎とお台場を情報ネットワークで結び、ライブ映像で長崎電気軌道の LRV 車内から低床車両位置情報を配信するシステム「ドコ

ネ」を紹介する。

ショーケース実施内容：長崎市内のライブ映像を東京会場内に配信して行う遠隔ショーケース。低床車両を回送運転し、車内からシステム運用の様子を中継する。長崎電気軌道は軌道内に情報ネットワークの基幹網を敷設し、これと長崎ケーブルメディアによる Wi-Fi サービスを融合化して電車の情報化を実現させている。路面電車 (Transport System) としては地域内の軌道だが、情報網 (Intelligent or Information Network) としては長崎を飛び出して世界と直結している。位置情報配信という地域 ITS の紹介に留まらず、交通システムが ITC によって進化する事例としても是非とも紹介したい。路面電車のバリアフリー化について地方都市における取組の具体例として、低床車両のシステムと運用方法並びに車両位置情報配信サービスの実際を運転手側、利用者側双方の視点から実感できるライブ映像を提供する。

ツアー・ショーケース実施場所：東京ビッグサイト、長崎電気軌道浦上車庫、低床車車内（以上をライブ中継）
平成 25 年 4 月 15 日：ITS 世界会議東京 2013 日本組織委員会テクニカルツアー一部会より実施者確定通知。

平成 25 年 5 月 31 日：Wi-Fi 実車テスト。軌道を走行中の電車内においてシームレスな利用が出来ることを確認。
平成 25 年 6 月 14 日：映像伝送試験走行。路面電車の社内に搭載したカメラで撮影する動画を Wi-Fi、光ファイバ網経由で伝送し、適切なエンコーディングを設定するための走行実験。

平成 25 年 9 月 4 日：通信試験走行。データ伝送に関して実効性を測定。

平成 25 年 9 月 20 日：撮影試験走行。中継本番の走行を予行。車窓から撮影する長崎市内のポイントを設定。中継を番組としてシナリオの作成。

平成 25 年 10 月 16 日、17 日：各日 14 時～15 時中継実施。

3. 電力輸送を見える化する試み

(1) 「EV 電力輸送」実験の概要

長崎県五島市三井楽町にある国道 384 号に面した道の駅「遣唐使ふるさと館」には太陽光と風力による図 15 に示すような構成のマイクログリッドが設置されている。遣唐使ふるさと館には、長崎 EV&ITS プロジェクトによって福急速充電器及び ITS スポットも整備されている。ここから五島市役所三井楽支所・公民館までの経路を EV によって電力輸送する際に、EV の位置を地図上へリアルタイム表示と輸送状況 Web 上で閲覧できるかを検証した。実験の概念を図 16 に、走行経路を図 17 に示す。

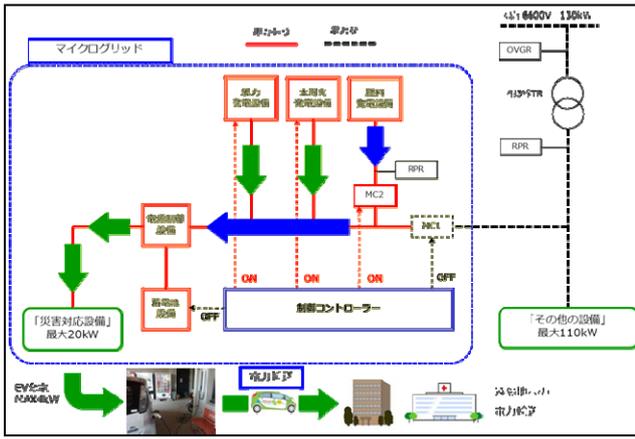


図-15 遺唐使ふるさと館マイクログリッドの構成

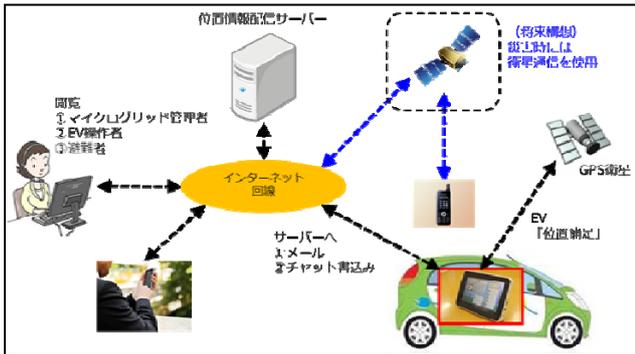


図-16 走行実験の概念

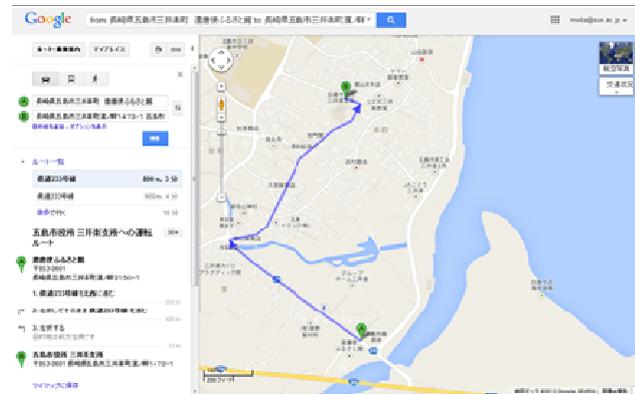


図-17 走行する経路

使用機材

- 電気自動車：i-MiEV（三菱自動車），MiEVpowerBOX搭載
- スマートフォン：動画撮影配信用 x1
- タブレット端末：位置情報配信用 x1, twiet 短文発信用 x1
- モバイルルータ：位置情報配信用 x1, 動画配信用 x1, 短文発信用 x1 の計 3台
- 通信回線：NTTdokomo
- ソフトウェア（アプリ）：独自開発（位置情報配信用），Twitter(短文発信), Ustream(動画配信用)

(2) Web画面の構成

図中に付した番号に従って説明する。

①定期位置情報発信・表示機能

車両に取り付けたタブレット端末は、アプリを起動すると GPS により現在の位置を 10 秒間隔で取得し、サーバに送信する。サーバは、受信した位置情報を分析し、携帯電話やパソコンで閲覧するための情報に変換して、利用者に提供する。

②Ustream 映像の表示画面作成

Ustream を使ったライブ映像配信を行うため、Web サイト上に配信されている映像を表示させるようにした。

③ Twitter のタイムラインの表示

ドコネの Web サイト上には、当初 Twitter のタイムラインを表示するようにしていたが、現在は表示していない。このタイムライン表示機能を復活させツイートの記録を表示させるようにした。



図-18 Web画面の構成

(3) 走行実験

予備実験走行を平成 25 年 11 月 21 日 16 時から開始した。予備実験の目的は、①ソフトウェア機能点検、②通信状況調査、③記録用 HD ビデオカメラのロケーション設定である。

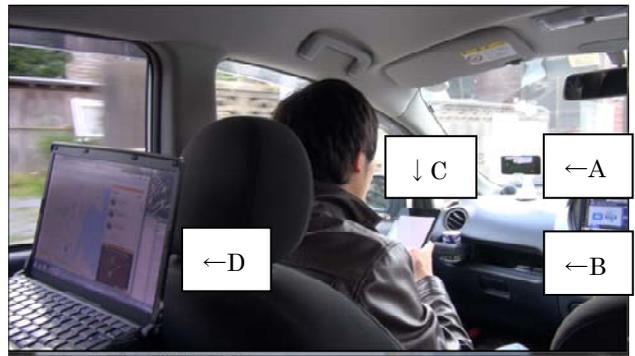


図-19 実験中の車内

①及び②については、電気自動車のダッシュボード上部にスマートフォンを固定して[図 19(A)]車両外部を撮影可能とし、位置情報配信用アプリをインストールしたタブレット端末(Nexus7)及びモバイルルータ 3 台をダッシュボードに配置[図 19 (B)], ナビ席で短文発信用の Nexus7(2013)を操作して[図 19 (C)], 後部座席では別回線に接続したパソコンによってコンテンツの配信状況をモニタリングした。[図 19(D)]

その結果、走行予定コース上に通信状況が悪化する地点が複数あることが判明した。また、特に動画配信に関しては接続が維持できないレベルとなる地点があることが判明した。

以上の不具合を回避するために、位置情報配信機能、短文発信機能、動画配信機能の 3 機能に各々別のモバイルルータを接続するように機器の設定を変更した。

③については、図 19 でも明らかなように車内における撮影位置を確認し、出発地点及び到着地点におけるカメラ配置場所を決定した。

平成 25 年 11 月 22 日 11 時より本走行を実施した。予備実験の成果を取り入れたために、各機能ともに良好な状態でコンテンツ配信を行い、自走式電池として電気自動車を活用する意義を視覚的に提示することができた。



図-20 外部モニタ画面

(4) 走行実験の成果

この走行実験によって、GoogleMap, Twitter, Ustream という既存の無料サービスを活用し、スマートフォンやタブレット等の市販品を用いて、公衆回線を通じたコンテンツ配信が可能であることが明らかになった。発信側の位置情報用アプリと位置情報配信サーバは既存のものを改修している。これによって非常時でも安定したサービスを安価に実現させることができる。留意すべきは、通信回線である。平常時からエリア等の確認を怠らないようにする必要があり、海外の通信事業者に関する情報収集も重要である。なお、今回は位置、文字、映像の 3 種類のコンテンツを用いて、3 回線を使用した。状況によっては、3 種類全てのコンテンツは不要ということも

あり、また一方で通信環境が良好であれば全てを 1 回線で配信可能となることも想定できる。こうした選択肢があることは、本システムの柔軟性を示すものである。

4. 位置情報配信システムの他地域展開

(1) 長崎県の超小型モビリティ導入

長崎 EV&ITS⁷⁸⁾の事業を継承して発展させるために長崎県が設置した長崎県超小型モビリティ検討会による検討の成果を活かして、長崎県五島市では、二次離島である久賀島に平成 26 年 3 月 18 日から 6 月 14 日までの予定で超小型モビリティを導入して実証実験を行っている。



図-21 検討会における試乗

- ・ 久賀島：面積 37.35km²，人口 380 人
- ・ 公共交通：乗合いタクシー（週 3 回運行）
- ・ 導入車両：日産ニューモビリティコンセプト
(久賀島での愛称：ちょこモビ)

当初 2 台の車両を市役所出張所に配置して、出張所職員や島民が利用し島内における操作性などを検証する。将来的にはシェアリングや観光レンタカーなどの利用も視野に入れる。久賀島には世界遺産登録を目指す「長崎県の教会群とキリスト教関連遺産」の構成資産である「旧五輪教会」があり、体験型観光における利用も検討する。



図-22 ちょこモビが配置される久賀島出張所

(2) ちょこモビへのドコネ搭載

超小型モビリティにはカーナビや ITS 端末は搭載されていない。そこで、久賀島のちょこモビに長崎 EV&ITS の資産を活かすこと、また利用者の安心安全に貢献することを目的として、長崎市 LRT ナビゲーション推進協議会は、位置情報配信システムを「コモビドコネ」として提供することにした。

長崎県超小型モビリティ検討会の審議と並行して、まず平成 26 年 2 月 26 日に久賀島における 3G 回線の強度等を調査するためにタブレット端末に位置情報配信アプリを搭載して試験走行を行った。島の北部で電波の届かない地域があったものの、旧五輪教会周辺や島の主な集落付近では良好であった。

以上の成果を受けて、久賀島におけるシステムは超小型モビリティの車両位置情報の発信に 3G 回線を用いることとした。発信用の車載端末は、Android2.3 搭載の小型端末としたが、動作時間が短いためモバイルバッテリーを接続し、12 時間以上の連続運用を可能とした。



図-23 ちょこモビ車載端末とモバイルバッテリー

これを図 24 のようにダッシュボード内へ格納した。平成 26 年 3 月 14 日に行った軽自動車ダッシュボードに端末とバッテリーを格納した走行テストで良好な結果を得たためであり、降雨等の対策としては万全となった。



図-24 ダッシュボード内に格納した端末とバッテリー

図 25 は、久賀島における超小型モビリティの位置情報配信サービスの Web 画面である。10 秒間隔で車両位置が反映される。これによって久賀島出張所において、ちょこモビの現在位置を把握できるのみならず、福江島にある五島市役所本所や長崎県庁においても情報配信を利用することが可能となった。車両の本格運用開始後には 2 台を識別するため図 26 のようにアイコンを色分けしている。



図-25 ちょこモビの位置情報配信システム「コモビドコネ」



図-26 アイコンを色分けして識別可能とした

(3) コモビドコネの成果から得た考察

平成 25 年度の研究を開始した 4 月当初は、路面電車搭載のシステムを乗合タクシーに適用可能か検証するために必要なデータとして場所情報コードの整備を想定していた。ところが、三井楽のマイクログリッドにおける電気運搬実験によって、情報コード整備に先駆けてシステム検証が可能であることが明らかになった。そこで、関係自治体担当部署（長崎県産業労働部グリーンニューディール推進室及び五島市商工振興課）の協力を得て、予備実験及び走行試験（通信環境、モビリティと機器の

整合性等の調査を含む)を実施して、最終的には上記のように位置情報の配信が可能であることを実証した。これによって長崎市の路面電車で使用しているシステムが他のモビリティ、他地域でも有効であることが明らかになった。

5. まちのインフラ統合化モデル

(1) Integrated Service of Transport, Information Network & Grid

STINGとは、図23に示したように長崎電気軌道株式会社が運営する総延長11.5kmの軌道路線を交通網、情報通信網、電力網という観点から発展させて、さらにこれらを統合化して街のインフラとする構想⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾である。



図-27 STINGの構想

(2) 交通網(Transport)

長崎電気軌道は1915年に開業した路面電車であり、1日の輸送人員は延べ5万人で、市民の利用はもとより修学旅行等観光客も多く乗降している地域の公共交通である。STINGにおいては、文字通り基幹交通網である。一方で長崎市が運営する乗合タクシー事業5路線の発着点には電車停留所が結節しており謂わば支線のような位置づけとなっている。このように基幹線と支線からなる交通網として構成するとモビリティの複合化のみならず到達地域の拡大、利用者の利便性向上にも寄与することとなる。

(3) 情報網(Information Network)

交通網の安全向上とバリアフリー化はICT活用と一体化している。「ドコネ」は2011年10月にサービスを開始した公衆電話網を利用したバリアフリー車両の位置情報配信・乗車登録システムであるが、当初は車両からも3G回線を介してサーバーへGPSデータを送信していた。それが2013年6月からは長崎電気軌道の全車両、全停

留所でWiFiサービスを開始したことに伴い、情報提供は自前回線化した。ドライブレコーダの設置に続いて交通網が情報通信機能を備えたことになる。

(4) 電力網(Grid)

路面電車の軌道は架電により専用の電力網を形成している。近年は、太陽光や風力等の自然エネルギーによる発電施設と蓄電機能、自走式電池としての電気自動車との組合せにより、災害時緊急時に対応できるグリッドの構築が盛んになっている。

一方で電車における電力網は、回生ブレーキによる電力再利用を除き、車両への電力供給機能のみが重視されている。ところが、電力供給システムの高度化や蓄電池式路面電車の開発により、軌道の電力網も蓄電や車両以外への電力供給という役割が担える環境が整備されつつある。バッテリートラムの開発状況と併せて軌道のグリッド化を検討する必要がある。

6. 結びに代えて

平成25年度のドコネは、まずITS世界会議2013東京において走行中の長崎の路面電車車内から東京ビッグサイトまでHD画質によるライブ中継を実現させた。これは、路面電車の軌道が情報網の役割を果たすことを実証したことになる。

また、五島市三井楽町のマイクログリッドから緊急時に避難所へEVによって電気を「配達」する実験においては、マルチモーダルによる情報配信が長崎市ではない他地域で可能であることを明らかにした。

さらに久賀島における超小型モビリティ位置情報配信システムでは、事前に位置情報の確認を経なくとも移動体の現在位置を正確に配信することが可能であることを示した。

ドコネは長崎市の路面電車のロケーションシステムから、展開地域を拡げ、提供可能情報を大幅に増幅させたことになる。今後は、末尾に示したインフラ統合モデルを完成¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾させて、このモデルの他地域展開を目指すこととしたい。

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・松坂勲・山口泰生・高比良惣・山口文春：路面電車による地域 ITS の展開 長崎電気軌道の「ドコネ」, 土木計画学研究・講演集 47, 土木学会, CD-ROM, 2013.
 - 11) 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.
 - 12) 森田均：研究手法のモデル化によって提案する ITS と情報社会論の融合, 日本認知科学会第 30 回大会発表論文集, 日本認知科学会, CD-ROM, 2013.
 - 13) Morita H.: Development of Navigation System for Sight-seeing Wandering, Proceedings of the 20th ITS World Congress, CD-ROM, 2013.
 - 14) Morita H.: Narrative on the Road, Active Media Technology, Lecture Note in Computer Science 8210, Springer, pp.324-332, 2013.
- (2014. 4. 25 受付)

From the Town Navigator
to an integrated Service of Transportation, Information Network, and Grid (STING)
-DOKONE System for Nagasaki Electric Tramway-

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

This article is a description of the activity in fiscal year 2013 of the Nagasaki LRT Navigation Promotion Council. The council transmitted the HD live motion picture from the tram (Nagasaki) to the conversion hall (Tokyo) via the Internet, and operated the location system in other regions. Using these results, we are planning the construction of the integrated infrastructure of traffic, information network, and grid.