

LTE 応用低コスト車内ビジョン 「Train Viewer⁺」の開発

Development of Low-cost Vehicle Vision Using of LTE Communication

大山 寛人 Hiroto OYAMA
長本 昌樹 Masaki NAGAMOTO
松岡 茂樹 Shigeki MATSUOKA

首都圏線区では車内情報表示システムによる乗客への情報提供サービスが行われているが、車両基幹伝送に直結されている上、表示装置が高価であるため、首都圏線区以外には普及していない。そこで、首都圏線区外への乗客にも首都圏線区と同等の情報提供サービスを提供するために、車両基幹伝送と切り離して商用携帯電話向けの LTE 通信を活用するとともに、短寿命だが安価なコンシューマ部品をそのまま利用した、LTE 応用低コスト車内ビジョン「Train Viewer⁺」を開発した。

On the railway network in metropolitan area, information systems in the train vehicle provide information to passengers. However, these systems depend on the main transmission system of the train vehicle and do not spread in the area except the metropolitan area, because these display units are very expensive. Therefore we developed low cost train vehicle vision “Train Viewer⁺” using the consumer parts, but the life is a little short, which utilized the LTE for the commercial cell-phone to be able to broadcast information which are equal on the railway network in the metropolitan area.

1 はじめに

JR東日本では、鉄道をご利用されるお客さまへの情報サービスを目的として、「情報提供装置 (Visual Information System)」を首都圏地域の車両 (E231系500代, E233系およびE235系) に導入している。当該装置は各乗降口扉上部に設置した17インチまたは15インチ液晶ディスプレイにより、行先や乗換等の案内および異常時の列車運行等を表示し、タイムリーにお客さまに情報を提供しているほか、動画や静止画による映像広告、ニュース・天気予報などを放映し、広告収入にも寄与している。

しかし、当該装置は、車両基幹伝送を活用して構築されており、新造車両への設置を前提とした装置のため、改造での後取付には、大掛かりな工事が必要となるのが問題であった。

その問題を解決すべく、コンシューマ向け部品と商用 LTE (Long Term Evolutionの略) 通信を活用した低コスト車内ビジョン「Train Viewer⁺」を株式会社ジェイアール東日本企画 (以下ジェイアール東日本企画と記す) 新潟支店、JR東日本新潟支社と開発した。2016年から新潟地域の車両 (E129系) に試験搭載を実施し安全性や信頼性、保守性などの確認や改良を行い2017年12月より量産機の導入となった。導入に伴い、新潟 (Niigata) 向けを示すため商品名を「Train Viewer⁺N」とした。

2 LTE応用低コスト車内ビジョンの概要

LTE応用低コスト車内ビジョンは、「20インチLCDディスプレイ」、「スティックPC」、「LTE通信ドングル」(いずれも市場調達が可能なコンシューマ向け部品) を専用筐体に取り付した構成となっており、車両の電源が投入されるとディスプレイとスティックPC (OS) が起動し、その後、サインージ表示ソフトウェアが起動しコンテンツ (広告、ニュース、天気予報など) を表示する。コンテンツ内容の更新は、装置に搭載されたLTEドングルがLTE回線を使用し指定のサーバにアクセスすることでデータ通信を行う。LTE回線が使用可能な間は、常時通信を行い情報の更新を実施するが、山間部やトンネル区間等の圏外エリアでは、通信動作をせず更新前の情報を流している (図1)。

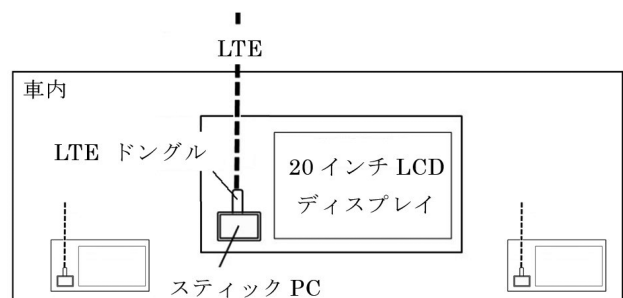


図1 表示システム構造⁽¹⁾

3 量産先行機

3.1 量産先行機の開発

量産機の開発にあたり安全性、信頼性を確認するため量産先行機の開発が行われた。開発はジェイアール東日本企画新潟支店製のデモ機をベースに検討を進めた。この装置は、量産先行機向け装置と内部部品構成は同じであるが、筐体の材質が不燃性FRP（Fiber Reinforced Plasticsの略）となっている（図2）。

3.2 量産先行機仕様

量産先行機の仕様を下記に示す。

3.2.1 筐体

量産先行機の開発にあたり、材料のコスト面での課題があり筐体の形状と材質を変更することにした。具体的には、取付部のカモイに設置されている車内スピーカ穴を避けるための切り欠きをなくして長方形の形状とし、材質はFRP（不燃性）から鉄製（SPCC）とした。ただしLTEの無線通信に支障がでないようするため通信装置付近はFRP（不燃性）の板を取り付けた（図3）。

3.2.2 内部構造

LTE Dongleは、スティックPCのUSBポートに接続し電源供給を行いLTE基地局とデータ通信を行う。



図2 ジェイアール東日本企画新潟支店製デモ機⁽¹⁾



図3 形状変更による試作筐体

3.3 実車検証

筐体の形状変更に伴い、車両（E129系）のドアチャイムの音量に影響が出ることが予想されたため、実車での測定を実施した。測定は、精密騒音計（NL-16:リオン株式会社製）を使用し、ドアカモイから約1mの距離で音量測定を実施した。測定場所は量産先行機、ジェイアール東日本企画新潟支店デモ機のほか、装置のないカモイの3箇所でも実施した。その結果どの部分も約78～79dBで形状を変更しても音量に問題がないことが確認された（図4）（図5）。

4 車両搭載へ向けた試験

量産先行機を車両に搭載するために、鉄道車両用の規格であるJIS E 5006「鉄道車両電子機器」で定められた試験を実施した。その結果は、内部部品の性能が規格値に達していないため、温度試験の一部試験条件をクリアできないことを確認した。しかしながらJR東日本と協議し、実際の使用条件において試験搭載にて問題がないことを確認し車両搭載を実現させた（図6）。



図4 音量測定の様子

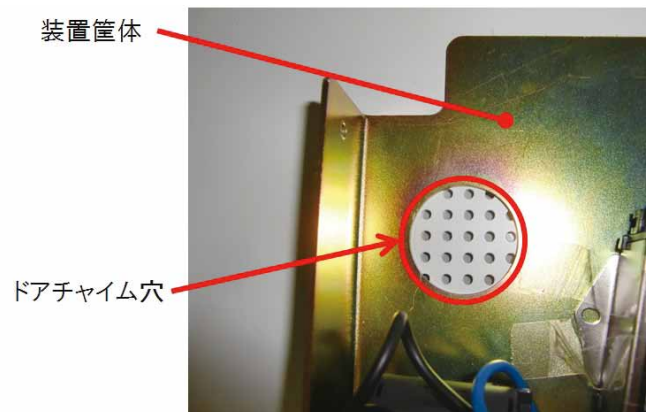


図5 ドアチャイム穴

5 車両への装置取付

量産先行機は、JR東日本新潟地域を主に投入されているE129系の2両編成車のドアカモイ部に、千鳥配置で6台取り付けを行った。取付は、既存の広告枠固定穴を使用し、可能な限り取付に必要な追加作業は少なくするような構造にした。また、車両側からの電源供給については、車両の予備線を使用し、車端NFBや床下のアース接続を実施し、新たな配線の引き通し等は行っていない(図7)(図8)。

6 量産先行機の安定稼働試験

量産先行機の安定稼働を現車で確認するため本線走行試験を実施した。試験は2日間実施され、1日目は新潟～長岡～水上～長岡、2日目は長岡～柿崎～長岡～上沼垂～新潟車両センターで行った。

試験では、以下の内容を確認した。

- ①LTE通信の強度変化による装置への影響。
- ②無線LAN通信を利用した表示コンテンツの更新動作確認

①の試験では車両に取付けた装置(6台)以外に評価用として取付た装置と同等品で、確認用機能を追加した装置1台を持ち込み確認した。

6.1 LTE通信の強度変化による装置への影響確認

LTE通信の強度変化による装置への影響確認として、走行区間での電波強度の推移と消費電流変動の確認を行った。確認は、以下の方法で実施した。

電波強度測定は、現在走行している位置での電波強度を計測するアプリケーションを自社開発した。評価機にインストールし確認を行った。このソフトは、装置のスティックPCのOSが起動すると自動的に起動し、動作を10秒ごとの一定周期に連続で実行し、当該装置動作中の電波強度を記録し続ける。記録したデータは、スティックPCに保存できるようにした(図9)。

消費電流変動確認では、スティックPCのUSBポートからLTEドングルへ流れる電流値を市販のUSB電源チェッカ(RT-USBVA3HV:有限会社ルートアール製)を使い確認した(図10)。

これらは、異常動作が発生した際にトレースが行えるように表示画面をビデオカメラで撮影して後日確認できるようにした(図11)。



図6 型式試験の様子(振動試験)⁽¹⁾



図7 取付作業(広告外し作業)⁽¹⁾



図8 予備線接続作業

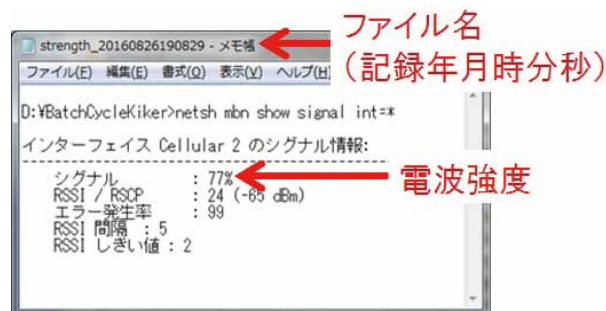


図9 電波強度を出力したファイル例⁽¹⁾



図 10 USB 電源チェッカ⁽¹⁾

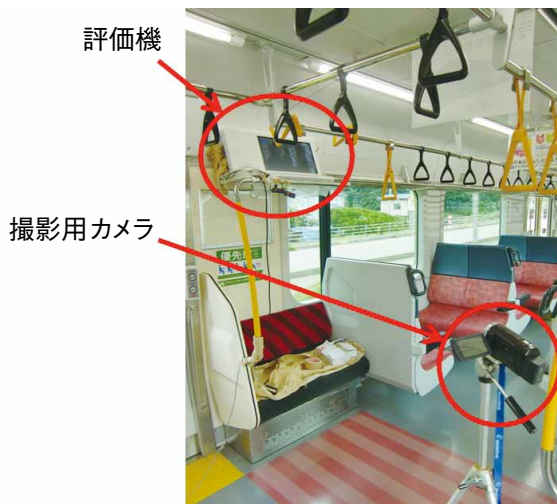


図 11 電源強度および電流値測定の様子⁽¹⁾



図 12 不具合発生時の状況⁽¹⁾

6.2 無線LAN通信による表示コンテンツ更新方式での動作確認

今回の試験ではLTEドングルを最小限にしてコストダウンや消費電力の削減効果を確認するため、LTE通信機をルータタイプに変更し、スティックPCの無線LAN機能（Wi-Fi）と接続した方式も動作状況を確認した。この試験は、車両に取付けた装置1台に仮設して状況を確認し、他の設置された装置の動作を都度見回り、異常動作が発生した際に当該機の動作状況を確認し、動作上の相違がないかを確認した。

7 量産先行機の安定稼働試験結果

今回、実施した試験の結果について下記に示す。

7.1 LTE通信強度変化による装置への影響

LTE通信強度変化による装置への影響を確認した結果、走行中に画面が不表示になる現象が発生した。この現象は、車両に取付けた装置（5台）だけでなく評価機においても発生した（図12）。

原因として、LTEの通信電波強度が弱く電源の電圧と電流値で変動が見られ不表示になることが考えられた。そこで、実際にビデオ録画した映像と電波強度を掛け合わせ画面が不表示になる時間帯の電圧と電流値を調査した。

その結果、電波シグナルに関しては2日間ともトンネルや山間部を除き低い区間はなかったが、一時的に電波のシグナル数が低くなると電源の変動が発生し、その結果電力不足になる可能性が高くなることが考えられた。図13は、画面不表示前の電源（電圧、電流）変動の一例である。不表示が発生した9:15:06では電波シグナルは74%であったが、直後の9:15:16では64%にダウンした。

このときの電圧は4.73～4.91Vであったが不表示になる直前で電流値が0.85Aから0.61Aとなり電流値の変動が見られた。このことから電波シグナルが弱くなると電波を受信するためLTEドングルの出力を上げる動作に入るが、スティックPCのUSBポートに流れる電源の出力に限度があり結果、電源ダウンとなってしまふと考えられる。

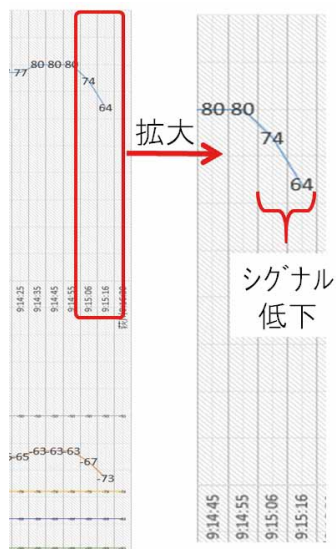
7.2 無線LAN通信を利用した表示コンテンツの更新動作確認結果

無線LANを使用した装置では、試運転開始から終了まで動作が安定した状態で推移した。通信は、山間部やトンネルなどでは圏外となり高頻度で更新するデータでは更新ができない状況になった（図14）が、電波状況が良くなるとすぐに通信を開始しデータの取得（回線接続）や更新を実施した。

7.3 結果まとめ

各結果の状況からLTEドングルをスティックPCに直接取付けする方法では、LTEの電波レベルが下がると消費電力の変動が発生し、ACアダプタやスティックPCのUSBポートの電源容量不足が発生してスティックPCやLTEドングルの電流値が低下することがわかり、この方式では営業線での運転に不向きであることが確認できた。

また、無線LAN通信による表示コンテンツ更新方式を変更した装置については、良好であり営業線での運用が可能との確認ができた。



時間	電圧(V)	電流(A)	シグナル(%)
9:15:06	4.89	0.83	74
9:15:07	4.89	0.85	
9:15:08	4.91	0.77	
9:15:09	4.89	0.74	
9:15:10	4.89	0.77	
9:15:11	4.90	0.73	
9:15:12	4.87	0.81	
9:15:13	4.84	0.85	
9:15:14	4.93	0.61	
9:15:15	4.73	0.73	
9:15:16	4.87	0.80	64

図 13 画面不表示前の電圧電流変動(一例)⁽¹⁾



図 14 トンネル内での表示画面⁽¹⁾

8 結果の評価と今後の対応

今回の試運転試験の結果から、開発した手法ではLTEの電波レベルが下がるとスティックPCのUSBポートが電力容量不足となり、それが原因でスティックPCの瞬停や起動失敗などの動作不安定が発生すると考えられる。また、LTEドングルの通信が長大トンネル(新清水

トンネル)に入ると「圏外」となり遮断されるが、トンネルを抜けたあと通信復帰しない場合が発生することも確認された。そのため今回の開発方式では、営業運転に不向きである。

今回の試運転で良好であった、LTEドングルをルータタイプにして、スティックPCの無線LAN機能(Wi-Fi)と接続した仕様については良好であったことから、量産先行機はこの仕様に変更を行った(図15)。仕様変更の際、LTEドングルの電源供給ルートスティックPCから電源アダプタに変更し、電源ダウンによる対策も行った。

この結果、本装置のトータルコストも、変更前より低減させることが出来、さらなる低コスト化に寄与している。

仕様変更後、LTE通信機あり(1台)となしの装置(2台)の組合せで各車に設置し営業列車にて試験放映を行っており2016年度は、特にトラブルなく運用が順調であったことを確認した(図16)。

9 量産機への対応

9.1 量産機仕様

量産機の仕様としてまず、装置本体の改良をした。改良点としては、筐体がLTE通信機ありとなしの種別が発生し、装置の構成や配置が異なるが、できるだけコストを抑えるため構成部品を固定する板金の構造を工夫し、

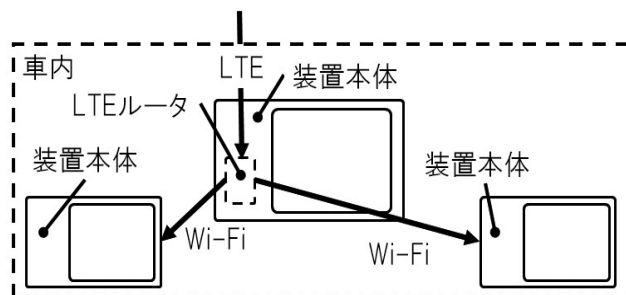


図 15 LTE通信機仕様変更による通信仕組み⁽¹⁾



図 16 営業列車で試験放映中の量産先行機⁽²⁾

双方で機器のコンバートができることと不具合時の構成部品を単体レベルで交換できるようにした。つぎに、表示コンテンツ更新のための通信方式は、試運転で結果が良好であったLTE通信と無線LAN (Wi-Fi) 機能を使用した方式を採用した。それを採用することで装置の状態を地上サーバ側で遠隔監視し通信状況の確認をするとともに、不具合時の発生を把握すること可能となった。

その他、装置の拡販を目的にTrain Viewer⁺という名称を検討した。名称の由来については次項に記載する。

9. 2 Train Viewer⁺名称の由来

商品名称は、列車を示す「Train」、表示器を示す「Viewer」、サービス面の付加価値向上と車両への改造取付容易を示す「+」を組合せ、Train Viewer⁺ (トレインビューアプラス、図17) とした。

10 おわりに

LTE対応低コスト車内ビジョン「Train Viewer⁺」の開発において本装置は、低コスト化に向け機能システムを車両基幹伝送から切り離してLTE通信を活用することや、短寿命だが安価な既製品を利用することを実現化し今後、車両システムのこれまでの考え方を考える存在になると考えられる。

2017年度より低コスト車内ビジョン装置「Train Viewer⁺」の量産化を進めていくが、鉄道をご利用されるお客様へのサービス向上となれば幸いである。

本製品の開発に協力頂いた関係各社、各位に対し厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 大山寛人, 他: 「LTE通信の活用による低コスト車内ビジョンの開発」, 第54回鉄道サイバネ・シンポジウム論文集, (2017), 日本サイバネティクス協議会
- (2) J-TRECプレスリリース LTE応用低コスト車内ビジョン「Train Viewer⁺」を開発 (2017, 9, 14)
<http://www.j-trec.co.jp/news/060/20170914/170914.pdf>

著者紹介



大山寛人
生産本部
技術部 (商品開発)



長本昌樹
生産本部
技術部 (商品開発) 課長



松岡茂樹
技術士 (機械部門), 日本機械学会フェロー
生産本部
技術部 部長 (開発企画)



図 17 Train Viewer⁺ のロゴ