

# 鉄道車両の効率的な高機能化に貢献する 車両情報統合システム

Integrated Train Information System to Efficiently Enhance Sophistication of Rolling Stock

吉松 孝典

■YOSHIMATSU Takanori

昨今、鉄道車両のネットワーク機能の高度化が著しい。モニタリングシステムや車内案内表示システムなどは、独立して構成すると故障などの影響の波及性は低い、重複する機能や部位をそれぞれが持つことになるため、機装（ぎそう）スペース及びコストの面で効率的ではなかった。

そこで東芝は、鉄道車両用ネットワークTEBus (Train Ethernet Bus) を活用し、機器情報監視や、故障記録、検修（検査修理）などの機能を備えたモニタ装置と案内サービス機能を統合した車両情報統合システムを開発した。これによって、鉄道車両を効率的に高機能化することが可能になった。

Network functions have become increasingly sophisticated in the field of rolling stock in recent years. Up to now, when onboard systems such as a monitoring system and an information display system have been installed independently, the impact in the event of a failure has been relatively small due to overlapping of the functions and hardware components of each system. However, a significant issue with this approach is the need for reductions in installation space and cost.

Toshiba has developed an integrated train information system using the TEBus (Train Ethernet Bus) train communication network standard as a solution to this issue. This system, consisting of (1) monitoring devices providing equipment information monitoring, failure recording, and inspection and repair functions, and (2) guidance information service functions for passengers, makes it possible to efficiently enhance the sophistication of rolling stock.

## 1 まえがき

昨今、鉄道車両のネットワーク機能がますます高度化してきている。鉄道車両用ネットワークの機能分担の変遷を表1に示す。1970年代までは指令引通し線を使った方式が中心であったのに対して、1980～1990年代には列車の制御を制御伝送によって行うことで、引通し線削減を実現する方式が採用され始めた。2000年代以降には運転状況の連続記録や安全・安心に運行するための画像監視などの機能が搭載されるとともに、乗客への情報提供や広告提供などの機能も向上した。将来的には、高速大容量ネットワークを活用した機能、例えば、車両内に任意のコンテンツを流す機能や多くの情報を集中記録して検修に活用する機能を備えることなどが考えられる。

## 2 システム開発と効率化

モニタリングシステムや車内案内表示システムなどは、それぞれ独立して構築すると故障などの影響の波及性は低い、重複する機能や部位を各々が持つことになるため、機装スペースやコストの面で効率的ではなかった。東芝は、TEBus (Train Ethernet Bus) を活用し、機器状態監視や、故障記録、検修機能などを備えたモニタ装置と案内サービス機能を統合した車両情報統合システムを開発した。これによって、鉄道車両



図1. モニタ中央装置 — 車両情報統合システムを構成する装置の一つとして先頭車に搭載されるモニタ装置で、車内案内表示機能も実装している。  
Central monitoring equipment including in-car guidance function

を効率的に高機能化することが可能になった。

開発のコンセプトは、次の三つである。

- (1) 汎用伝送技術であるEthernet<sup>(®)</sup>を用いることで、リアルタイム伝送を可能にする
- (2) モニタリングシステムや車内案内表示システムなどを統合することで高効率化を実現する
- (3) 高速幹線伝送路により機能拡張性を備える

このシステムは、100 Mビット/sのTEBusを使用して2009年に実用化し、その後更に開発を進め、2013年に横長LCD（液晶ディスプレイ）車内案内表示器を車両内に設置するシステムとして製品化され、今日に至っている（図1）。

### 3 車両情報統合システムの特長

車両情報統合システム<sup>(1)</sup>の構成を図2に示す。

車両情報統合システムでは、各車両に搭載しているモニタ装置（モニタ中央装置及びモニタ端末装置）間を100 Mビット/s

の昇圧Ethernet<sup>(\*)</sup>による幹線伝送路TEBusで接続し、機器情報やデジタル入力情報を送受信している。運転台のモニタ表示器では各種情報の表示や設定操作を行う。各車両ではモニタ装置と機器をRS-485伝送で接続し、相互に情報の送受信を行っている。運転状況記録は両先頭車のモニタ中央装

表1. 鉄道車両ネットワークの機能分担の変遷

History of functional assignments of train network

カテゴリー		～1970年代		1980～1990年代		2000年代～	
		A	B	C	D	E	F
情報転送容量	低 ↑	指令引通し	非常ブレーキ指令 ドア保安回路 常用ブレーキ指令 力行指令 機器動作表示 機器開放指令 放送回路	非常ブレーキ指令 ドア保安回路 常用ブレーキ指令 力行指令	非常ブレーキ指令 ドア保安回路 (バックアップ指令)	非常ブレーキ指令 ドア保安回路 (バックアップ指令)	非常ブレーキ指令 ドア保安回路 (バックアップ指令)
	制御伝送 (冗長構成)	-	-	常用ブレーキ指令 力行指令 機器開放指令 補機制御	常用ブレーキ指令 力行指令 機器開放指令 補機制御 放送回路 編成制御	常用ブレーキ指令 力行指令 機器開放指令 補機制御 放送回路 編成制御	常用ブレーキ指令 力行指令 機器開放指令 補機制御 放送回路 編成制御 相互併結運転
	モニタ伝送 (監視系伝送)	-	機器動作表示 故障記録 サービス機器制御	機器動作表示 故障記録 サービス機器制御 検修 対地上伝送	機器動作表示 故障記録 サービス機器制御 行先表示 検修 対地上伝送 連続記録	機器動作表示 故障記録 サービス機器制御 行先表示 検修 対地上伝送 連続記録 ITV画像伝送	機器動作表示 故障記録 サービス機器制御 行先表示 検修 対地上伝送 連続記録 ITV画像伝送 地上即時通信
	サービス伝送	行先表示	行先表示 車内テロップ表示	行先表示 車内テロップ表示	車内案内表示 広告メディア表示	車内案内表示 広告メディア表示	車内案内表示 ICカードシステム
高 ↓	公衆サービス伝送 (無線 I/F 含む)	-	公衆電話 (移動電話)	公衆電話 運行情報受信	(公衆電話) 運行情報受信 コンテンツ転送	(公衆電話) 車内インターネットサービス	車内インターネットサービス ビデオオンデマンド

TCMS: 車両情報制御システム ITV: Industrial Television I/F: インタフェース

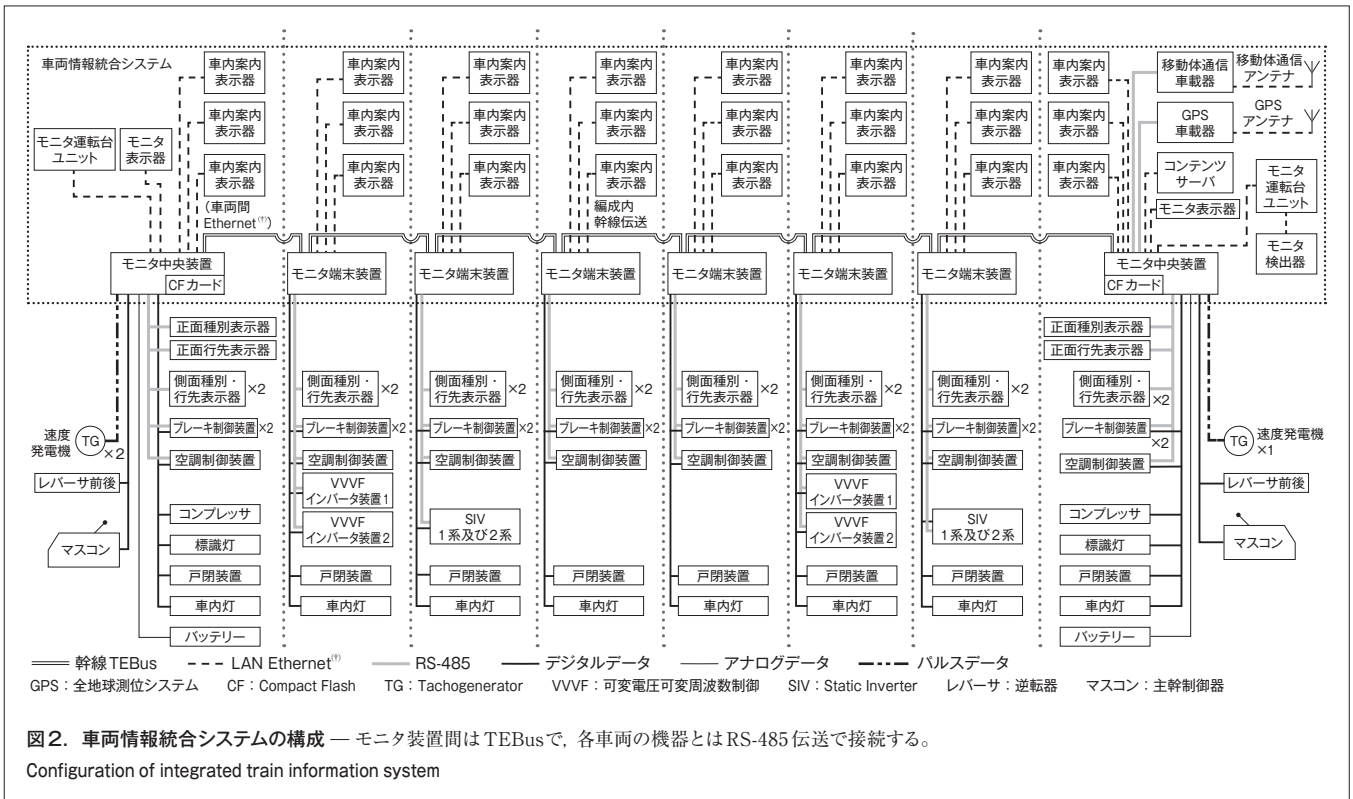


図2. 車両情報統合システムの構成 — モニタ装置間はTEBusで、各車両の機器とはRS-485伝送で接続する。

Configuration of integrated train information system

置で同時に記録を行い、編成として二重系にしている。

### 3.1 車内伝送システム<sup>(2)</sup>

モニタリング機能と車内案内表示機能に共通で、高速の100 Mビット/s 幹線伝送路を用いている。幹線伝送はTEBusに、車両内支線伝送は、IEEE 802.3 (電気電子技術者協会規格 802.3) で規定される100 BASE-Tの規格に準拠している。二つの用途の伝送路を共通化することによって、機装線を削減できた。また、幹線伝送は、送信信号電圧を8 Vp-pに昇圧することで、耐ノイズ性を高めている。

高速伝送路により、モニタリングにおいて、機器故障情報の読出しやシステム内機器ソフトウェアのリモートローディングなどのデータ転送時間を短縮できる。車内案内表示でも、高速伝送によって大容量のデータ転送が可能になり、広告用動画の送信にも十分対応可能である。

各モニタ装置内には、スイッチング Hubの機能があり、各号車内の各車内案内表示器や、運転台のモニタ表示器、コンテンツサーバなどは、そのスイッチング Hubに100 Mビット/s Ethernet<sup>(7)</sup>で接続する。これにより、モニタ中央装置から機器に指令、情報、及びデータを短時間に送ることができる(図3)。

また、モニタ端末装置が故障したときには、幹線伝送をモニタ端末装置内で短絡することによって、正常な装置だけで伝送路を構築して、故障時の動作継続性を確保できるように

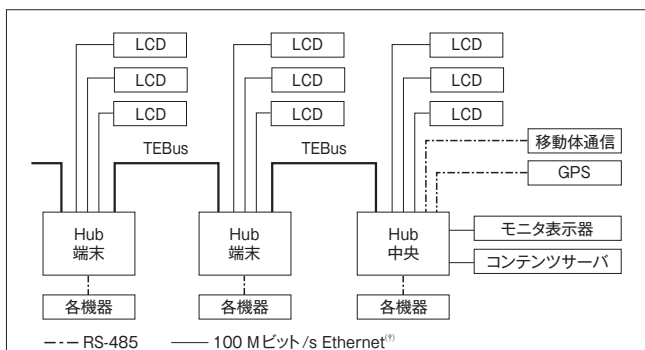


図3. 車内伝送システムの基本構成 — システムを構成する機器と伝送線だけを示す。この構成により、モニタ中央装置から機器に指令、情報、及びデータを短時間に送ることができる。

Basic configuration of equipment and transmission lines

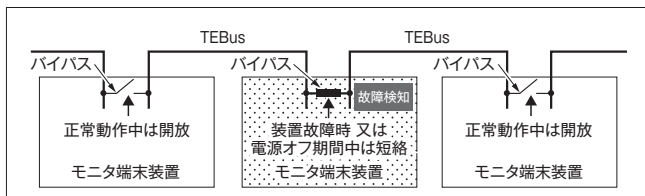


図4. 幹線伝送の動作継続性 — モニタ端末装置には、TEBusのバイパスがあり、モニタ端末装置が故障したときはこれを短絡して、正常な装置だけで幹線伝送路を構築できる。

Redundancy of trunk transmission

した(図4)。

### 3.2 車内案内表示システム<sup>(3)</sup>

各車両内に、大型32インチハーフサイズの横長LCD車内案内表示器を搭載している。表示器の主な諸元を表2に示す。横長形状のメリットは、駅数の多い路線図を表示したり、ホーム案内や車両内号車案内などを表示したりする際、サイズを小さくすることなく表示できる点である(図5)。また、一度に表示しきれない場合にはスクロールして表示するようにしている。広告動画や、無線経由で取り込むニュースや気象情報を表示する際には、画面を二つに区切り、種別、行先、及び次駅表示と同時に表示する(図6)。車内案内表示器は、各々に表示制御用コントローラを搭載しており、幹線故障時でも表示させることができる。また、表示器が1台故障しても他の表示器は正常表示可能である。コンテンツや広告動画などの

表2. 車内案内表示器の主な諸元

Main specifications of passenger guidance information system

項目	仕様
表示パネル	TFT (薄膜トランジスタ)カラー液晶
表示サイズ	32インチハーフサイズ相当
画像表示エリア	約70 (横) × 約20 (縦) cm
解像度	フルHDハーフサイズ (1,920 × 540 画素)
視野角	ほぼ180° (真横からでも見える)
輝度	900 cd/m <sup>2</sup>
バックライト	LED (交換不要)
最大消費電力	35 W
質量	約10 kg (電源ユニットを除く)
実装場所	乗降ドアの上部

LED: 発光ダイオード



図5. 路線図案内の例 — 横長LCD車内案内表示器の画面で、一度に表示しきれない場合には、スクロールして表示を行う。

Example of route map guidance display with scrolling capability



図6. 2画面同時表示の例 — 向かって左に広告動画など、向かって右に種別や、行先、次駅など、2画面を同時に表示する。

Example of display simultaneously showing two screens

データは、各コントローラ内に実装している高速メモリに保存する。

## 4 その他の機能

### 4.1 ダイヤ改正時のデータ更新

ダイヤ改正時の更新作業は、運行データの更新によって行う。運行データ用メモリを2バンク持ち、ダイヤ改正前後のデータそれぞれを保存できる。したがって、ダイヤ改正後の運行データを事前に入れることが可能である。運行データはカレンダー機能の日時で切り替わる。

また、行先や、駅名、種別、停車駅パターン、表示タイミングなどの変更は、運行データと設定ファイルだけを差し替えることで可能である。車内案内表示器の画面の駅名と運転台にあるモニタ表示器の行先設定画面の駅名は、共に可変データとしており、文字コードの入替えだけで設定できる。車内案内表示のアプリケーションソフトウェア、表示コンテンツ、及び設定ファイルは、先頭車からEthernet<sup>(\*)</sup>伝送で、編成内の全ての車内案内表示器にリモートローディングを行うことが可能である。このような差分更新により、作業時間削減を実現できる。

### 4.2 画像監視システム

車内にITV (Industrial Television) 装置を設置し、幹線伝送路を使って画像データを高速でリアルタイムに送受信する画像監視システムを構築できる。このシステムは車内での防犯目的だけでなく、前方監視や検修用としての機器の監視にも適用できる。また走行試験の際には、機器の状況を画像データとして採取して、機器の状態を効率的に把握することもできる。インタフェースはEthernet<sup>(\*)</sup>を採用することが多いことから、簡単にシステムへの増設が可能である。設置できるカメラの台数と画質は、ストレージ装置の容量から決まる。

### 4.3 地上-車上間通信

地上側のアクセスポイントを経由し、公衆無線やインターネット回線を使用して、ニュースや、気象情報、運行情報、検修データなどの地上-車上間通信を行う。これによって、地上からのデータを幹線伝送で各号車に送ることができ、逆に、各号車から収集した検修データを地上に送ることもできる。また、容量の大きい連続記録や画像記録データの場合は、無線装置の近傍の記憶媒体にいったん集め、まとめて転送する構成も構築できる。

### 4.4 消費電力量測定

力行又は回生の状態、並びに走行距離や、SIV (Static Inverter) の消費電力量、平均乗車率などを測定し、運転台のモニタ表示器に表示するとともにメモリに記録する。表示は、走行中でも停車中でも確認できる。これにより、運転士の省エネに対する意識を高め、より効率的な走行に向けた試みや改善が期待できる。

## 5 あとがき

モニタリングシステムと車内案内表示システムを統合する車両情報統合システムを構築でき、鉄道車両を効率的に高機能化することが可能になった。乗客に、見やすい車内案内表示と快適な乗り心地を提供できると期待している。

今後、ハードウェアや、ソフトウェア、コンテンツなどを共通化し、同一の運行データと設定ファイルで運用することを計画している。表示内容や表示方法も見直ししながら、更なる改善を行っていききたい。

## 文献

- (1) 廣田航介. 阪急電鉄(株) 1000系車両用 電気品. 東芝レビュー. 69, 8, 2014, p.56 - 59.
- (2) 廣田航介 他. 東芝における情報伝送装置の開発～阪急1000系, 1300系車両情報統合システム～. 鉄道車両と技術. 20, 3, 2014, p.12 - 16.
- (3) 秋山幸子 他. “車両情報統合システム-横長LCDを使用した車内案内表示システム”. 第50回鉄道サイバネ・シンポジウム論文集. 東京, 2013-11, 日本鉄道サイバネティクス協議会. 論文番号516.

\* Ethernet は、富士ゼロックス(株)の商標。



吉松 孝典 YOSHIMATSU Takanori

インフラシステムソリューション社 鉄道システム事業部 車両システム技術部主務。鉄道車両システムのエンジニアリング業務に従事。

Railway Systems Div.