

TEBusの適用で高機能化が進む 車両制御情報システム

Advanced Train Control and Monitoring System Using TEBus

鎌田 恵一 佐藤 雅樹 鴨 雄史

■ KAMATA Keiichi ■ SATO Masaki ■ KAMO Yushi

近年、鉄道輸送の高機能化に対するニーズが高まるにつれ、車両制御情報システム(TCMS: Train Control and Monitoring System)は、鉄道車両の制御から、監視、検修、サービスに至るまで、あらゆる列車の機能に深くかかわるようになってきている。

東芝は、Ethernetをベースとして伝送速度を向上させた鉄道車両用ネットワークTEBus (Train Ethernet Bus)を開発し、TCMSの高機能化を図ってきた。更に、TEBusをベースとした新しい列車内伝送の国際規格化を目指しており、より高速で大容量、高信頼性の伝送技術を提供し効率の良いTCMSの実現を推進している。

The performance and functions of railway transportation have recently become increasingly sophisticated. In keeping with this trend, train control and monitoring systems (TCMS) have been realizing various functions including not only control and monitoring but also various other services for train drivers and passengers.

To meet the demand for TCMS with highly advanced functionality, Toshiba has developed a train communication network technology called TEBus (Train Ethernet Bus). We have been promoting the international standardization of a train network standard based on TEBus, and are aiming to realize an advanced TCMS with higher speed, capacity, and reliability of data transmission.

1 まえがき

鉄道車両用ネットワークは、大きく以下の3階層で構成される。

- (1) 列車バス 連結した編成間の接続用ネットワーク
- (2) 車両バス 車両内又は編成内のネットワーク
- (3) ローカルバス 車両バスと車両内の装置間の通信用ネットワーク

東芝は、従来からこれらのバスに適用するために、Ethernetをベースとして鉄道車両用高速伝送技術TEBus (Train Ethernet Bus)を開発してきた。近年、ネットワークによって構築された車両制御情報システムは、高機能化につれてカバーする機能範囲が非常に拡大してきており、パフォーマンス向上が求められている。ここでは、鉄道車両用ネットワーク技術の高機能化に伴って変遷するネットワークの機能分担と、当社が開発した代表的なシステム、及び今後の技術展望について述べる。

2 鉄道車両用ネットワークの機能分担

鉄道車両用ネットワークには、その用途に見合った種々のシステムが共存している。コンピュータや伝送システムなどIT(情報技術)の高度化とともに、その機能に変化(進化)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。カテゴリーは伝送が担う主な機能を示しており、例えば

一番上には、基本となる方式として指令引通しを挙げた。これは、一つの信号に対して1本の電線を列車の編成全体に引き通すもので、シリアル信号伝送方式を適用する以前のパラレル信号伝送方式で、従来から列車バスや車両バスに適用されてきた。ネットワークが担う機能は時系列的にAから現在のEの段階へ移行するに伴い変化しながら、ネットワーク全体の機能が徐々に増えていることがわかる。なお、機能分担の仕方は鉄道事業者によって多様であるため、厳密な分類ではない。

歴史的に言えば、A～Bの時代はモニタ伝送の創生期で、主な機能は運転支援や故障表示であり、車両の制御はあくまで指令引通しであった。Cの時代には指令引通しの一部の機能を担った制御伝送が登場し、引通し線を削減して軽量化するとともに、きめ細かな指令を出力できるようになった。同時に、モニタ伝送では車両の検査などを支援する検修機能が強化され、地上との伝送もできるようになった。Dの時代では、伝送化した制御指令を編成の中で積極的に活用し協調運転する編成制御の考え方が進んだが、指令引通しは、安全・安心上外すことのできない信号として現在まで残っている。現在(Eの時代)は、運転状況の連続記録機能や安全・安心運行のための画像監視機能などが付加されるとともに、旅客への情報提供、広告などメディア機能の充実には目をみはるものがある。既に車内でのインターネットサービスも開始されている。

機能分担では、制御伝送とモニタ伝送を一体にするか分離するかも議論になり、制御は長期的に変わらないが、モニタは

表1. 鉄道車両用ネットワークの機能分担の変遷

Train network functions

カテゴリー	～1970年代		1980～1990年代		2000年代～	
	A	B	C	D	E	F
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)
↑ 車内通信機能	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
	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	機器状態監視 故障記録 サービス機器制御 検修機能 対地上伝送	機器状態監視 故障記録 サービス機器制御 行先表示 検修機能 対地上伝送 連続記録	機器状態監視 故障記録 サービス機器制御 行先表示 検修機能 対地上伝送 連続記録 ITV画像伝送
	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 モニタ装置	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 車両情報 統合システム
	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

ITV : Industrial Television I/F : インタフェース

運用面で変更の可能性が高いことからソフトウェア管理上の理由で分離するという考え方もある。

また、従来の車両と連結運用をする場合には、システムの整合性をとるため、従来の列車バスのインタフェースに合わせる必要がある。連結読替え装置(ゲートウェイ)を連結部に搭載するか、従来方式の列車バス、車両バスを残すかを選択することとなる。新旧の編成を任意に組み合わせて運用することの多い鉄道事業者では、指令引通し線を残しておくケースが多い。

今後の展望としては、高速大容量のネットワークを活用したFに示すようないっそうの機能拡張が図られていくと考えられる。

次章では、表1の破線で示す機能を、当社が開発したTEBusを適用して実現した鉄道車両用のシステムについて述べる。

3 TEBusを適用したシステム

ここでは、機器状態監視、故障記録、検修機能、地上との連携など機能の高度化が図られているモニタ装置、モニタ装置のネットワークに画像監視とメディア伝送機能を付加した車両情報統合システム、及び制御伝送とモニタ伝送の機能を融合し編成協調運転を効率良く実現する車両制御情報システム(TCMS: Train Control and Monitoring System)について述べる。

3.1 東海旅客鉄道(株)313系増備車用モニタ装置

東海旅客鉄道(株)は、主力通勤電車として313系を1998年以降投入している(図1)。この車両のモニタ装置は既存車両との連結運転を考慮し、既存の列車バスと車両バスを備えているが、2006年には車両を追加製作することになり、機能向上と連結運用を両立するために、車両バス用の編成内伝送をTEBus(10Mビット/s)に変更した。これにより、編成内での情報伝送能力が高まり、記録内容の充実、記録容量の増大、及び機器のデータ更新機能(リモートローディング)の実装が可能となった。また、地上検修端末の更新を併せて実施し、



(a) 313系通勤形直流電車



(b) モニタ装置

図1. 東海旅客鉄道(株)313系通勤形直流電車とモニタ装置 — 車両バス用編成内伝送をTEBus(10Mビット/s)としたモニタ装置を先頭車両に搭載し、新旧車両との連結に対応している。モニタ装置は、メインCPU、TEBus用インタフェース、CFカード用の各基板と、各種信号用のインタフェース基板などから構成される。

313 series commuter train and monitor terminal unit of Central Japan Railway Company

FM (Frequency Modulation) 電波からの時刻情報を無線で車両に伝達し、精度の良い時計機能を実現した。

更に、従来モニタ装置本体に内蔵の記録媒体で管理していた運転情報記録機能において、この情報を乗務員携行ICカードとCFカードに書き込む機能を追加した。データは、CFカードには200 ms周期、乗務員携行ICカードには1 s周期で記録されている。乗務員携行ICカードは運転区所に持ち帰られ、地上管理システムでデータを吸い上げて、運転指導や操縦技術の向上に活用されている。CFカードは検修情報として活用されている。

3.2 新特急用車両情報統合システム

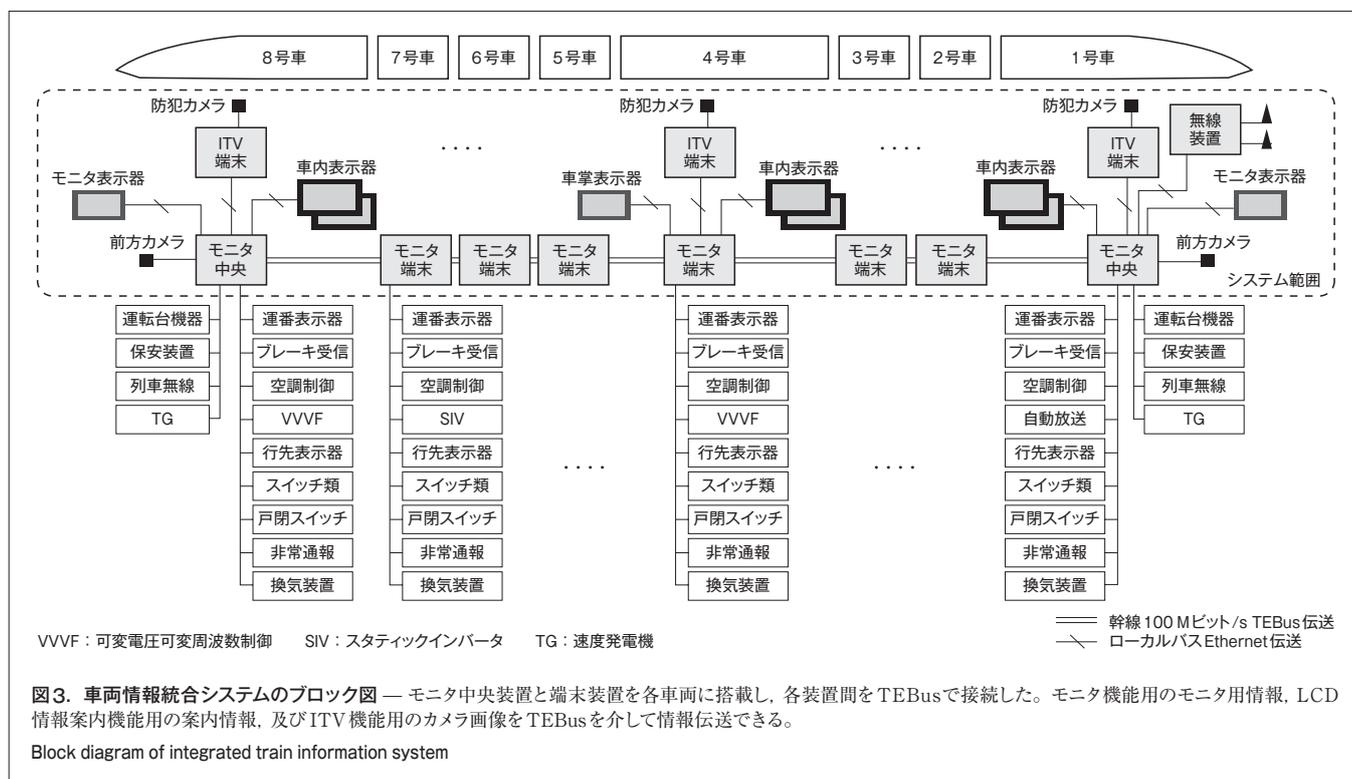
京成電鉄(株)は、成田空港へアクセスする新ルートの開業に向けて新型の空港特急(新AE車)を開発した(図2)。当社が開発した車両情報統合システムがこの新車両に搭載されている。TEBus (100 Mビット/s)を車両バスの幹線伝送として、セキュリティ用のITV (Industrial Television)機能、大型液晶によるLCD (液晶ディスプレイ)情報案内機能、及びモニタ機能を統合した。統合システムのブロック図を図3に示す。幹線伝送と、車内表示器やITV端末などを接続する、Ethernetを活用したローカルバスを接続した構成としている。システム的主要機能を次に示す。

(1) モニタ機能 機器状態表示、故障記録、サービス機器制御、乗務員支援、車上試験、運転状況記録、動作記録、及びGPS時刻補正の各機能から成る。



(2) LCD情報案内機能 運行案内、広告表示、リアルタイム情報表示、及び前方映像表示の各機能から成る。

(3) ITV機能 カメラ画像の伝送、表示、及び記録機能から成る。



3.3 電気機関車用TCMS

省エネ及び地球温暖化問題を背景に物流のモーダルシフト(輸送手段の転換)が起こっており、鉄道貨物輸送の高度化が進み、国内はもとより、海外でも電気機関車の増産が続いている(図4)。その機関車の制御システムにTCMSが適用されている。システム構成と機能概要を図5に示す。旅客車両のように複数の車両でシステムを構成するのではなく、1両の機関車が列車バスとローカルバスを組み合わせた1システムであり、それが連結して協調運転する方式である。

この列車バスにTEBus(10Mビット/s)が適用され、電気連結器を経由して複数の電気機関車の重連運転を実現している。列車バス及びそれにかかわる制御部分は2重系構成とし冗長性を確保している。また、機関車用として性能調整用のパラメータ設定を運転画面からできるという特長がある。



図4. 海外用電気機関車 — 電気機関車の制御システムとしてTCMSを搭載し、複数の機関車の重連運転を実現している。

Electric locomotive for overseas market

4 鉄道車両用ネットワークの国際規格化

これまで述べてきたように、当社が開発したTEBusは国内外の鉄道車両へ広く適用されている。その豊富な実績と、汎用性、拡張性に優れたTEBusを新しい列車内伝送の国際規格にするため、日本からIEC(国際電気標準会議)のTC9(鉄道電気設備とシステム専門委員会)/WG43(列車内情報制御伝送系ワーキンググループ)へ提案している。

提案内容は、より高速で大容量、高信頼性が求められる列車内幹線伝送にグレードアップできる技術を持っており、安全かつ安定で快適な輸送手段を目指す鉄道車両の魅力を、更に高めるものである。

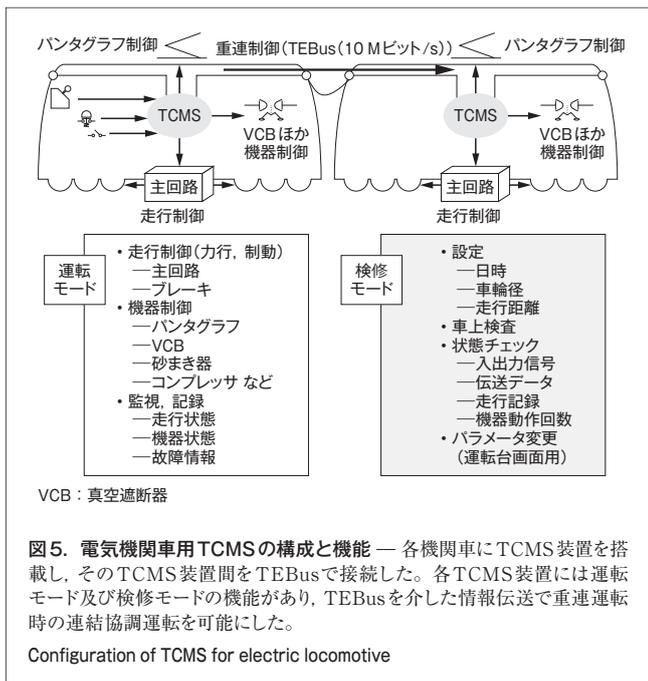
5 あとがき

鉄道車両用ネットワーク技術が、車両制御情報システムの高度化を推進してきた。TEBusは装置間のローカルバスにも適用が広がり、中継する端末装置は文字どおりハブ(情報コンセント)となる。将来的には、高速伝送回線を自在に使用した効率の良い車両情報システムが実現していくと考えられる。

当社は、実績が豊富で、汎用性及び拡張性に優れたTEBusの適用により、車両システムの最適化とサービス機能の高度化を目指して引き続き努力していく。

文 献

- (1) 鎌田 恵一. 鉄道車両用 次世代伝送技術の国際規格化. 東芝レビュー. 64, 2, 2009, p.43-46.
- (2) 鴨 雄史, ほか. 高速大容量ネットワーク化が進む車両情報システム. 東芝レビュー. 61, 9, 2006, p.37-41.



鎌田 恵一 KAMATA Keiichi

電力流通・産業システム社 府中事業所 交通車両情報システム部主査。鉄道車両における車両情報システムの設計・開発に従事。電気学会会員。

Fuchu Complex



佐藤 雅樹 SATO Masaki

電力流通・産業システム社 府中事業所 交通車両情報システム部参事。鉄道車両における車両情報システムの設計・開発に従事。

Fuchu Complex



鴨 雄史 KAMO Yushi

電力流通・産業システム社 交通システム事業部 交通制御システム技術部担当部長。鉄道及び車両情報システムの技術開発に従事。

Transportation Systems Div.