

# 拡張性を重視した車両情報制御システム TOCON

Expandable Train Optimal Control Network (TOCON)

鴨 雄史  
KAMO Yushi

高橋 秀之  
TAKAHASHI Hideyuki

松本 八洲彦  
MATSUMOTO Yasuhiko

鉄道車両における情報制御システムは、列車運転指令や機器の制御系を連携し、補助機器、サービス機器の制御監視、及び検修機能もカバーして、機能範囲を拡大している。列車内のサービスニーズの要望が高まるなか、当社は、人の知的満足、情緒的満足へのニーズに対し、拡張性で対応する車両情報制御システム TOCON (Train Optimal Control Network)を開発した。

In general, the train information control system includes train control, monitoring, diagnosis, maintenance support, and passenger services. The Train Optimal Control Network (TOCON) has been developed for Toshiba's onboard network system, which makes it easily expandable in accordance with further system extension. As an example of its features, useful information based on passenger needs surveys can be easily added and transferred via TOCON to passengers on board.

## 1 まえがき

鉄道車両における情報制御は、ハードウェアとソフトウェア双方の技術の結集によって発達し続けており、列車の神経系を総括的に束ねる役割を担っている。制御指令から編成全体の協調運転、サービス、補機の制御、旅客サービス機能まで多岐にわたり、その周辺機器は多用なインターフェースで接続されている。今後は、列車の神経系を高度に連携させ、更に、旅客サービス系へのニーズが高まっていくと考えられている。

当社は、新しい車両情報システムの構築にあたり、車両の情報化の調査を加え、“人の知的満足、情緒的満足”をコンセプトに、TOCONと名づけて開発した。このシステムは、そのコンセプトを実現するための拡張性を重視したシステムで、機器を直接ネットワークに接続でき、多様なサービスを提供できる特長を持っている。

TOCON中央装置の外観を図1に示す。

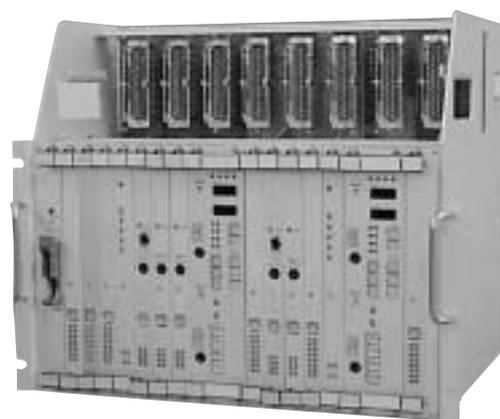


図1. TOCON中央装置 10 Mbps高速伝送システムを二重系で構成した中央装置の外観を示す。

TOCON central unit

## 2 ニーズ調査

開発のコンセプトを絞り込むため、利用者側と鉄道事業者側とに分けて、ニーズ調査を実施した。できるだけ客観的な指標を導けるよう、当社のデザインセンターと共同で実施した。

### 2.1 調査内容

電車を利用されるお客さまの、電車内におけるニーズとその強さを確認することを目的に、インタビューとアンケートによる調査方法を採用した。

(1) 調査方法 郵送調査

(2) 記入方法 “通勤・通学時”、“買物・レジャー時”、“旅行・出張時”、“緊急・事故時”の各シーンごとにニーズ(インタビューから列挙したもの)を提示し、5段階評価で測定した。更に因子分析を行い、各シーンごとの情報の軸を抽出した。

(3) 対象条件 18～74歳で、平均して1か月に3回以上電車に乗っている人

(4) 調査地域 首都圏

(5) 有効回収数 359サンプル

### 2.2 調査結果の分析

回収された調査票を集計分析すると、以下のニーズが浮き彫りになった。

(1) 通勤・通学時

- (a) 安心・快適性を満足させて欲しい。(迷惑な人の排除,快適空調,ゆっくり新聞が読みたい,など)
- (b) 広告・消費生活のサポート情報が欲しい。
- (c) 座席や荷物置き場を確保したい。
- (d) 自分の好きなように過ごしたい。
- (e) モバイル機器を活用したい。
- (2) 買物・レジャー時
  - (a) スムーズな移動のための情報が欲しい。
  - (b) 車内・駅に関する情報が欲しい。
  - (c) 地域・イベント情報が欲しい。
  - (d) 一般情報(天気やニュース)が欲しい。
- (3) 旅行・出張時
  - (a) スムーズな移動のための情報が欲しい。
  - (b) 車内での行動をサポートしてくれる情報が欲しい。
  - (c) 駅に関する情報が欲しい。
  - (d) 地域情報が欲しい。
  - (e) 一般情報(天気やニュース)が欲しい。
  - (f) まとまった時間を自分の好きなように過ごしたい。
  - (g) ゆっくり過ごしたい。
  - (h) 様々なサービスを活用したい。
  - (i) モバイル機器を活用したい。
- (4) 事故など緊急のとき
  - (a) 事故や遅延の状況を知りたい。
  - (b) 安全な誘導
  - (c) 他路線の事故状況を知りたい。

以上をまとめると,通勤・通学時は,ほとんど毎日の場合が多いため,“安心・快適性”に関するニーズが強い。買物・レジャー時は 慣れない駅や路線の利用のケースが多く,スムーズな移動のための情報や役だつ情報へのニーズが高い。旅行・出張時は,まとまった時間として有効に過ごしたいというニーズが高い。事故など緊急時は,その情報を正確に早く知って,次の行動を決めたいというニーズが非常に高い。これらの分布を図2に示す。

このように,“役だつ情報(知的満足)”、“情緒的満足のための情報”へのニーズを実現させるためには,地上システムとの情報連携と,列車内での太い情報伝送路の確保が重要となる。

また,鉄道関係者については個別に意見を収集する方法を用いた。その結果,認知・認識能力を補完・拡大する機能,思考・判断・記憶の支援と自動化,低コスト化などがニーズの中心に挙がっている。

### 3 TOCON の開発

ニーズの分析結果より,鉄道関係者側からは,現状の情報制御システムの深度化,集約化による効率向上の要求が高く,現状機能のブラッシュアップが必要である。利用者側の

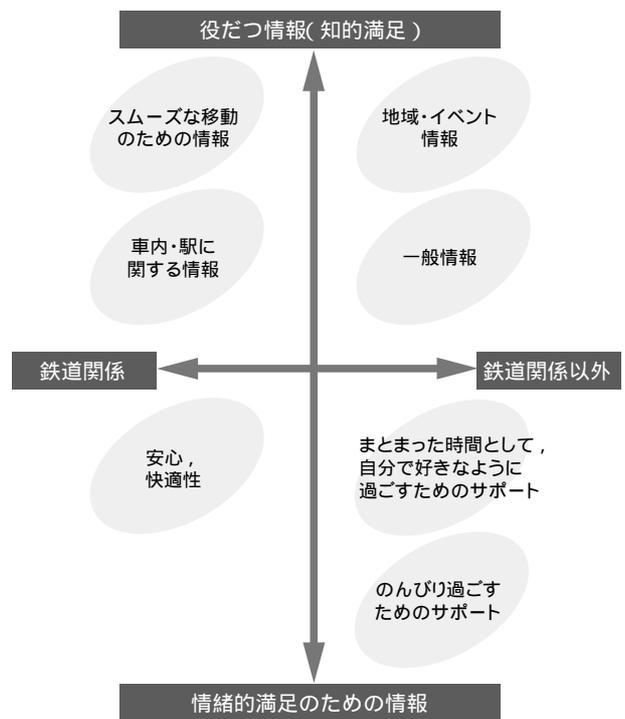


図2 . 利用者ニーズの分布 電車を利用されるお客さまのニーズ調査の結果を因子ごとにまとめた。  
Results of passenger needs survey

ニーズは,移動体を意識させない情報サービスを望んでいる。地上システムとの連携は,公衆パケット通信サービスが一端を担っており,将来的な次世代携帯電話に代表される方式の普及によって,格段に地上とのパイプは太くなると想定される。車両内の情報伝送路としては,マルチメディアなどの情報を流すには,現状では容量不足であった。当社は,これらを背景に,TOCONの開発を数年前に着手した。当初,幹線伝送方式では最速で2 Mbpsの光方式及び,メタル(電気)方式の伝送システムを持っていたが,更に高速な伝送システムの開発が必要となった。様々な候補の中で,性能,コストパフォーマンス,相互接続性の点で,IEEE802.3(米国電気電子技術者協会の規格),いわゆる Ethernet<sup>(注1)</sup>を基本として開発を進めることにした。この大きな理由は,デファクトスタンダード(DFS:実質的な標準)を活用することによる低コスト化と拡張性を確保することである。

Ethernetは,そのままでは,伝送の衝突を許容しているため,定時性を要求される車両用幹線伝送としては,ふさわしくないと考えられていた。これに対し,定時性を確保する手法を各種検討し,アクセス制御のCSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection:衝突検出型搬送波検知多重アクセス方式)の特性を利用したダミーフレーム制御方式を確立した(表1)。

伝送メディアとしては,通勤車に低コストで提供することを

(注1) Ethernetは,富士ゼロックス(株)の商標。

表 1 . 幹線伝送方式の比較

Comparison table of train network systems

	従来方式	TOCON
速度	2 Mbps	10 Mbps
メディア	光, メタル	メタル(カテゴリ - 3)
規格	オリジナル	IEEE802.3
アクセス制御	擬似トークンパッシング	CSMA/CD
定時性	フレームの制御コードを見て, パッシングを決める方法	hub がダミーフレームを発生させ, 送信時間の空き時間を強制的に作って巡回させる方法
接続性	幹線に接続する機器は, すべてこのプロトコルが必要	通常の規格の Ethernet で接続可能
拡張性		

: 優良      : 良      : 課題あり

目指し, 光ファイバではなく, 電線によるものとし, 車両用高速メタル伝送として開発することにした。

IEEE802.3 では, 10BASE-T の規格で 10 Mbps の伝送速度を規定している。これを車両として使用する場合, 従来の車両用シールド線では, 10 MHz での周波数特性が規定されておらず, 減衰が大きくてこの伝送波形を通すことができないため, カテゴリ 3 (通信ケーブル規格) に準じた電線を適用する必要がある。

Ethernet では, 伝送局間をハブ(hub)という装置で, スタ

ー形に接続するトポロジー( topology )が基本となっており, そのうちの 2 チャンネルを車両間の幹線伝送用に, 残りを車両内のローカルポートとして割り付けて, システムを構成することができる( 図 3 )。この hub 方式は, ローカルポートに機能拡張するための装置を接続しても, 車両情報制御装置の CPU の負担増加にならないことが特長である。

これらのポートは, 例えば, 画像や音声などのデータ伝送に活用することができ, 制御情報とは別に入出力するデータがあるとき有効である。監視カメラや表示器などのネットワ

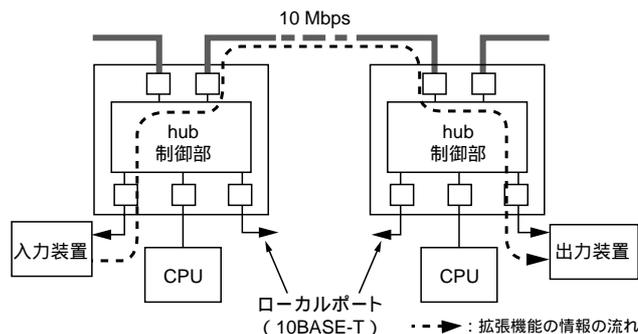


図 3 . hub 接続 拡張機器( 図中の入力装置, 出力装置 )をローカルポートに接続することで, システムの CPU の負担を増やさず増設が可能である。

Hub connection system

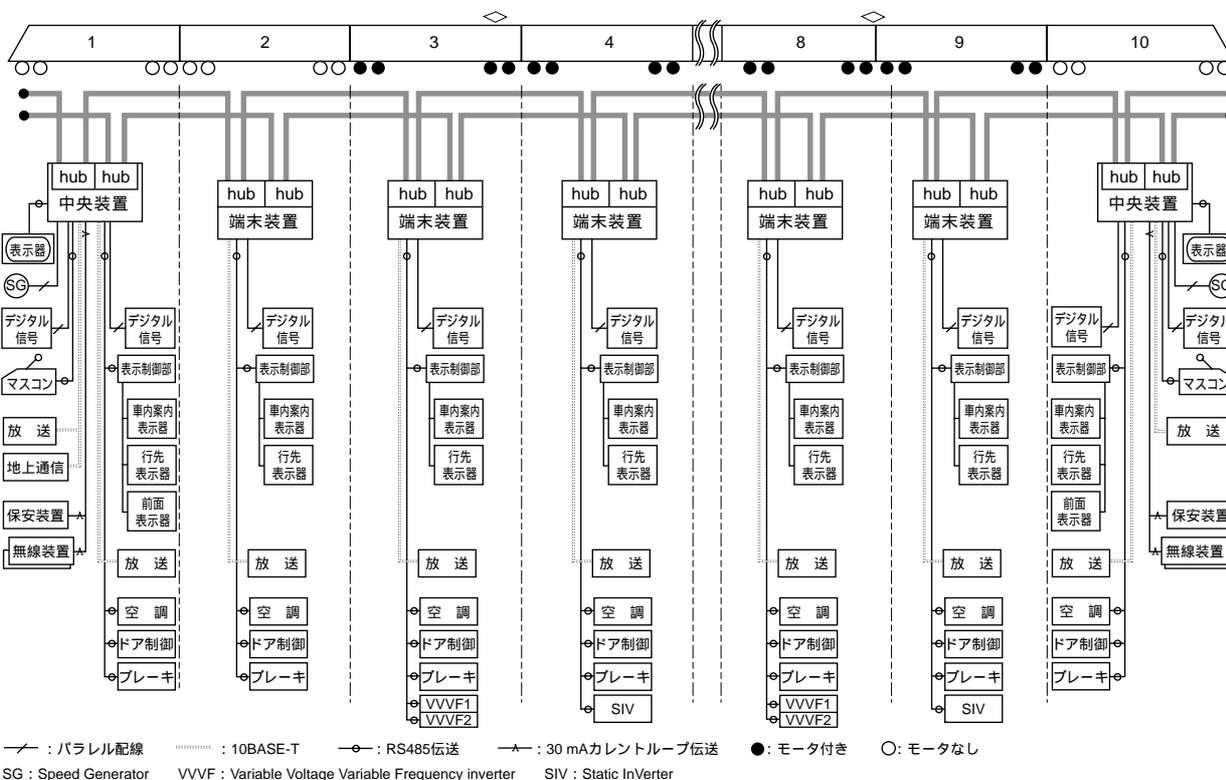


図 4 . 通勤車用システムの構成 TOCON を通勤車 10 両編成に適用した場合のシステムの構成を示す。

System configuration for commuter train

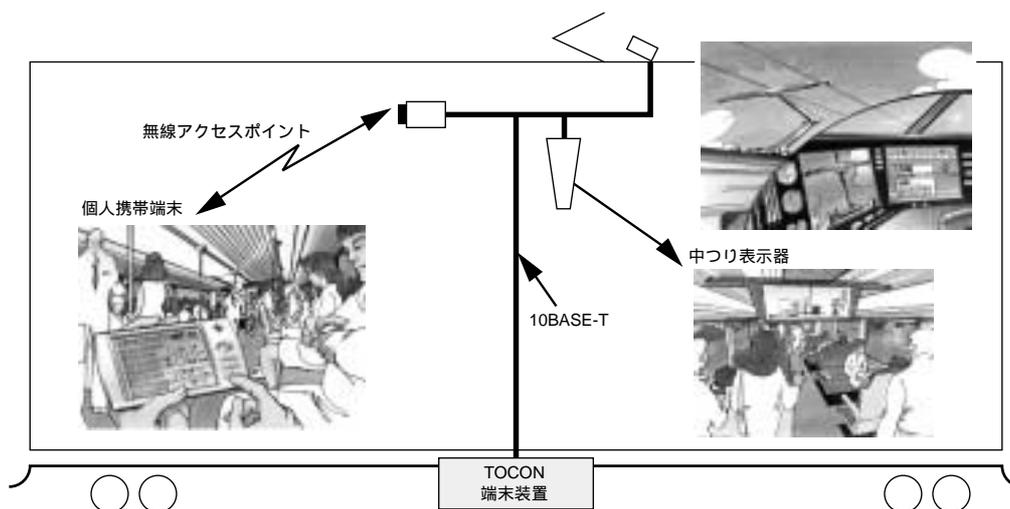


図5．車内サービスと監視機能 車両内でニーズのあるサービスと監視機能のイメージを示す。  
Passenger information service and monitoring function on train

ーク対応のコンポーネントを容易に接続できる。これは、DFSを適用し、プロトコルを独自に変更しない今回の方式のメリットである。これらの特長を持つ伝送システムを適用することによって、TOCONを完成させることができた。

#### 4 TOCONの主要諸元

10両編成の通勤車をモデルとした場合のシステム構成を図4に示す。

TOCONの主要諸元は次のとおりである。

- (1) 幹線伝送 10 Mbps メタル伝送, 二重系構成
- (2) 支線伝送 10 BASE-T 10 Mbps( ローカルポート )  
RS485 方式 9.6 ~ 250 kbps
- (3) 運転台表示器 タッチパネル式カラー液晶表示
- (4) システム機能 制御指令伝送機能, 編成加減速管理機能, 車上試験機能, 画像・音声伝送機能
- (5) 対地上伝送 SS( スペクトル拡散方式 )無線ほか

#### 5 TOCONの拡張性と今後の展開

前述のニーズ調査の結果を反映すると図5のような機能が想定できる。車内に備え付けの表示装置( 図5の中つり表示器など )や個人の携帯端末へワイヤレスで役だつ情報を配信などのサービスが有効であり, 走行区間に応じた情報の更新や正確な運行情報が要求される。また, 機器の状態を正確に把握するため, 機器監視画像を伝送することも一つの方法である。これらのサービスや監視機能を実現するうえで, ネットワーク機器とのインタフェースは, Ethernetが有力な候補の一つであり, 特に画像情報などは, 制御情報とは別処理となるので, hub 接続で拡張できる TOCON

方式が有利と考える。

今後,ますますIT( 情報技術 )活用という形で各種サービスが検討されると考えられるが, DFSとの接続性に優れた TOCON の活用により, 簡便で便利な情報サービスや機能を実現させたい。

#### 6 あとがき

今回,客観的な指標を導入してニーズ分析を行い, 人的満足, 情緒的満足というコンセプトを基に TOCON の開発を進めた。今後も, 常に顧客の視点に立ち, 使いやすく便利なシステムの開発に努力していく所存である。

#### 文 献

- (1) 鴨 雄史ほか・発展性, 拡張性を旨とした車両情報制御システム・東芝レビュー . 55 , 9 , 2000 , p.21 - 24.



鴨 雄史 KAMO Yushi

社会インフラシステム社 交通システム事業部 交通車両システム技術部参事。車両システムの技術開発に従事。  
Transportation Systems Div.



高橋 秀之 TAKAHASHI Hideyuki

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 交通システム部主査。車両情報システムの開発・設計に従事。  
Fuchu Operations - Social Infrastructures Systems



松本 八洲彦 MATSUMOTO Yasuhiko

デザインセンター参事。マーケティングデザイン業務に従事。  
Design Center