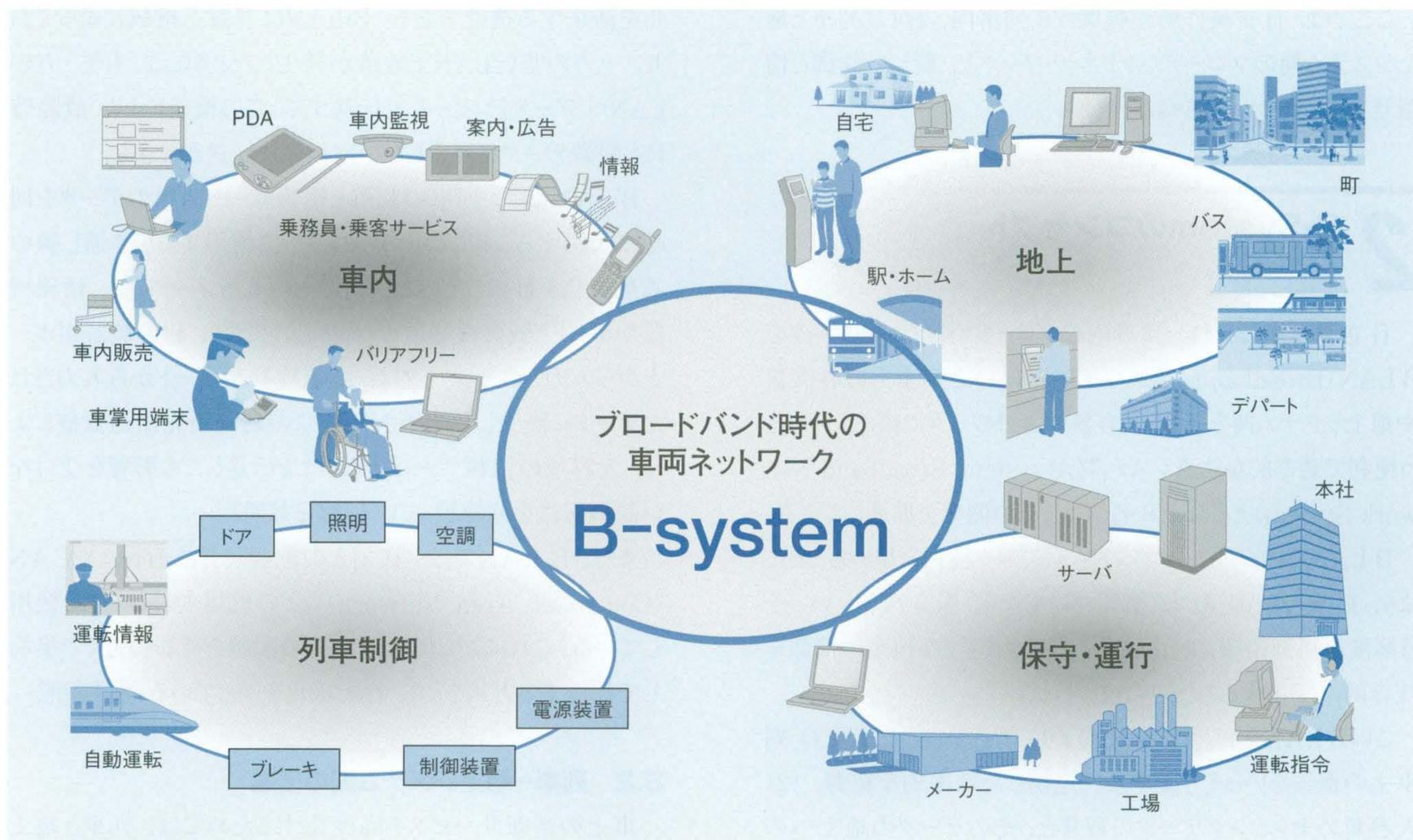


ブロードバンドが変える車両制御と情報サービス

New Train Control and Information Services Utilizing Broadband Networks

石田 啓二 Keiji Ishida 長洲 正浩 Masahiro Nagasu
 北林 英朗 Hideo Kitabayashi 戸次 圭介 Keisuke Bekki



注:略語説明 PDA(Personal Digital Assistant), B-system(Broadband Network System)

ブロードバンドネットワークを利用した新しい制御と情報サービスのイメージ

日立製作所は、列車上から地上システムまでをシームレスなブロードバンドネットワークで結ぶことにより、新しい列車制御、車内での乗務員・乗客サービス、保守・運行管理の支援と情報の活用、さらには、地上の各種サービスとの連携を図る。

日立製作所は、これまで列車上の各種制御装置、地上の運行管理システムや保守支援システムなどを開発し、鉄道システムの効率と利便性の向上を目指してきた。一方、最近ではブロードバンドネットワーク技術の進展により、企業、家庭、および街の中で多くのシステムが結び付けられ、さまざまな新しいサービスが加速度的に実現されている。鉄道システムでも、この技術の適用により、多くのシステムの連携による効率

と利便性の向上が求められている。

日立製作所は、鉄道総合システムインテグレータとして、このようなニーズにこたえるため、列車上、および列車と地上システム間に使用できるブロードバンドネットワークを開発した。列車上の各種制御装置の連携や、列車内と地上システムの連携を図り、いっそう便利で効率的な鉄道システムの発展に貢献していく。

1 はじめに

最近の鉄道システムには、少子高齢化、他交通機関の動

向、環境性の改善といった社会情勢を反映し、いっそう効率的なシステムが求められている。また、駅や列車内に多くの乗客が集まることから、広告や情報サービスなどでの新たなビジネスが期待されている。

地上システムでは、ブロードバンドネットワークで各種のシステムや装置を接続することにより、業務効率が向上し、新しい情報サービスが提供されている。今後、ネットワークに接続されるシステムが増えるにしたがって、これらのサービスは相乗効果により、ますます拡充されていくと考えられる。

日立製作所は、列車内、列車と地上システム間の伝送にブロードバンドネットワーク技術を適用することにより、列車の制御と保守の効率向上や、新しい乗務員・乗客サービスの推進を図っている。

ここでは、日立製作所が提案する列車内、および列車と地上システム間のブロードバンドネットワークと、新しい制御と情報サービスについて述べる。

2 B-Systemのコンセプト

日立製作所は、(1) 列車内のブロードバンドネットワークをB-LAN(Broadband-LAN)、(2) B-LANと列車上の各機器や地上システム間を高速・大容量のネットワークで結ぶ、いっそう便利で効率的な鉄道システムをB-system(Broadband Network System)とそれぞれ名づけ、その開発を推進している。

B-LANでは、ブロードバンドネットワーク技術を用いることにより、従来の制御・モニタ情報だけでなく、保守情報、いっそう高度な制御情報、映像情報などのさまざまな種類の情報を統合的に伝送することができる。

このB-LANを利用することにより、B-systemでは、(1) 列車上の機器をいっそう細やかに連携した効率的な制御、(2) 大容量のセンシングデータの収集と、そのデータの地上への伝送によるリモート保守、(3) 制御システム、地上システムと連携した乗務員・乗客への情報サービスなどの新しい制御や情報サービスを、統合的に行うことができる(図1参照)。

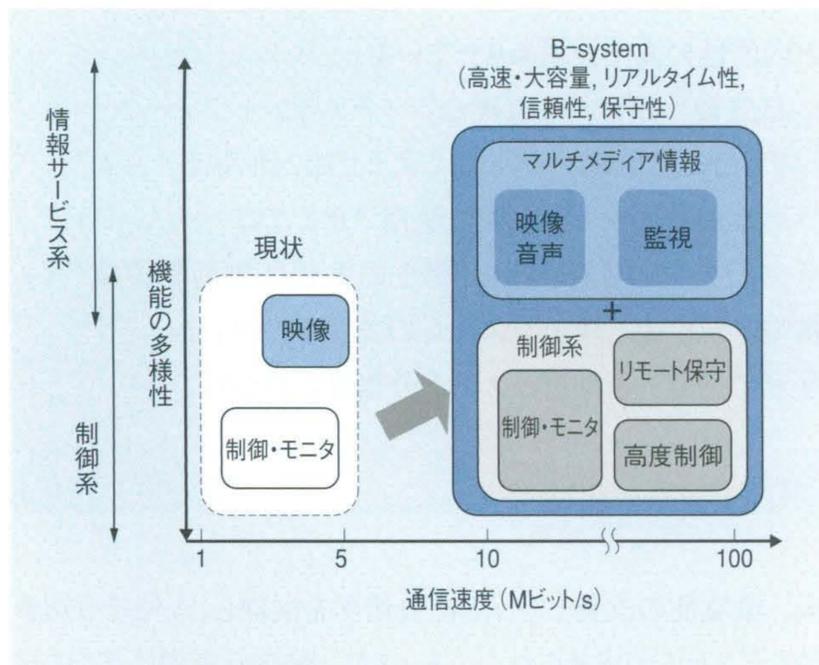


図1 B-systemによる機能のイメージ

高速・大容量のネットワークにより、制御、リモート保守、車内監視機能などが統合できる。

3 B-LANの構成

3.1 列車内B-LAN

制御情報を伝送するB-LANには、高速性に加えて高い信頼性が要求される。そのため、汎用技術であるEthernet^{※)}をベースとした、データ迂(う)回伝送、制御優先伝送などの高信頼化技術を新たに開発した。

データ迂回伝送は、基幹LANの機器故障による通信の停止を防止する機能である。B-LANは二重系構成になっており、一方の基幹LANで故障が発生したときには、もう一方のLANへデータをコピーして伝送する。この機能により、故障時にも制御データが停止しない高信頼な伝送ができる。

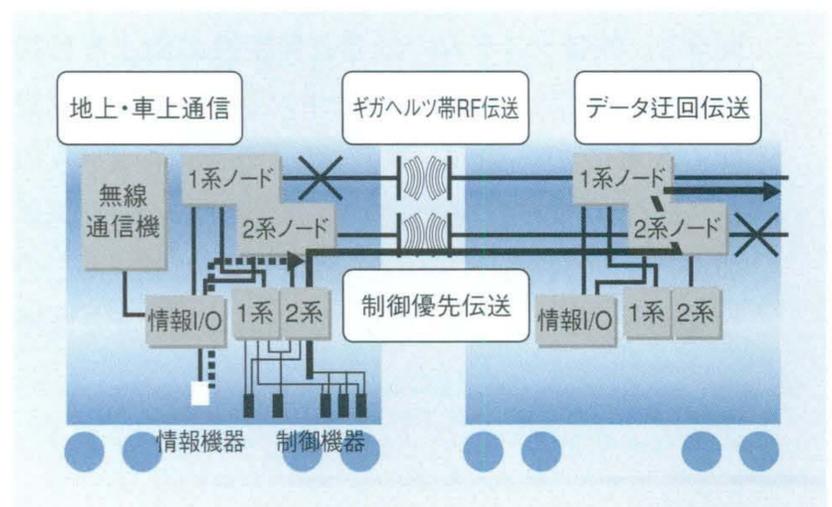
B-LANでは、列車の制御と情報サービス用のデータを同時に伝送することにより、基幹LANに使用する引き通し線の省配線化を目指している。B-LANの基幹ノードには、情報機器用ポートと制御機器用ポートを設けており、制御機器用ポートから入力されたデータは、情報機器用ポートから入力されたデータに優先して伝送される。この制御優先伝送機能により、大容量の情報サービスデータを伝送しても影響を受けない制御伝送を可能としている(図2参照)。

また、B-LANでは、機器との配線にEthernetやCAN(Controller Area Network)などの汎用ネットワークを使用している。これにより、各機器からの配線を機器の近くで集約して伝送する方式をとり、省配線化を図っている(表1参照)。

3.2 列車-地上システム間の伝送

車上の情報サービスを高度化するためには、列車と地上システムを結ぶ通信技術の開発も不可欠である。日立製作所は、高速な無線通信技術を活用した「列車-地上間伝送システム」を開発している。

※) Ethernetは、米国Xerox Corp.の商品名称である。



注:略語説明 I/O(Input and Output)

図2 B-LANの構成

汎用技術をベースとした高速、高信頼な車上LANで、車両制御情報と情報サービス情報を同時に伝送することができる。

表1 B-LANの特徴

B-LANは、汎用技術による高速・省配線化と、列車用ネットワークとしての高信頼化を実現する。

	特徴技術
汎用性	Ethernet活用基幹LAN
高速・高信頼	制御データ迂回伝送(二重故障対応) 制御伝送周期:10 ms
情報サービス	制御データの優先伝送
車両内省配線	汎用LANによる配線集約 (Ethernet, CAN, RS485)

列車～地上間伝送システムは、ミリ波帯無線機などの大容量無線機を活用した、列車側・地上側のサブシステムで構成する。地上側のサブシステムは、無線機を沿線に配置し、光ファイバで中央のサーバと接続するものである。列車が無線の通信エリアに入ると、列車～地上間の伝送を高速に実施する。

これにより、車両が駅に停車または通過するときなどの短時間の通信でも、動画コンテンツや車上機器の保守情報などの大容量データが伝送できる(図3参照)。

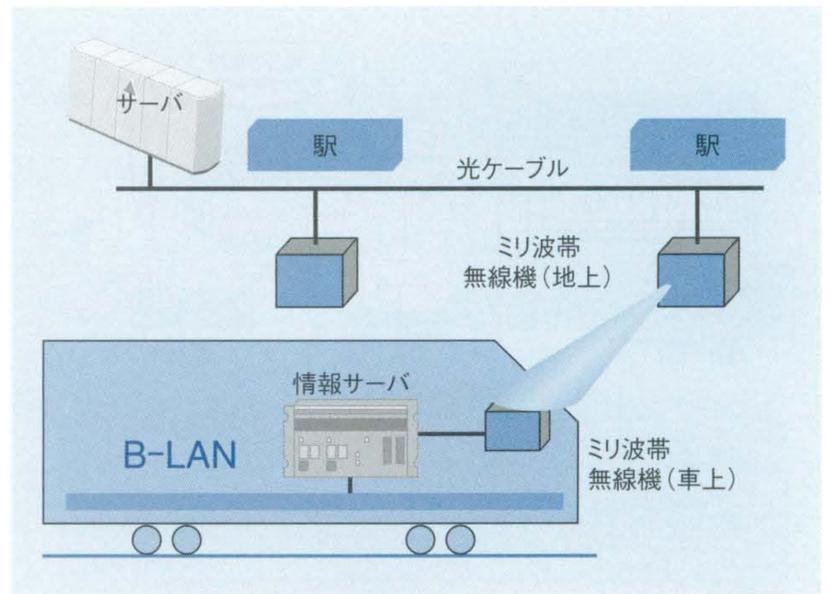


図3 スポット伝送のシステムイメージ

100 Mビット/sの高速伝送が可能な無線伝送装置を用いることにより、駅停車、通過時に大容量のコンテンツ情報や保守情報が伝送できる。

4 車両制御システム

4.1 編成制御

B-LANを活用して、車両編成制御、電空協調制御など、車両制御の高度化を図る。例えば、雨天時など線路がぬれているときは、車輪と線路の粘着力が低下して、加減速時に空転滑走が発生する。そのため、加減速性能が低下するとともに、乗り心地も悪化する。特に先頭駆動軸は粘着力の低下による空転が発生しやすいので、従来は、先頭車のトルク量をあらかじめ低減しておくことで、空転の発生を防止していた。しかし、先頭駆動軸のトルクを低減する必要がないときも低減したままとなり、先頭駆動軸とそれ以外では、インバータ負荷の不均一化やブレーキディスクの不均一な摩耗が発生することから、メンテナンス周期が短くなるという課題があった。

B-LANを活用した編成制御では、空転滑走が発生したときにだけ、当該個所のインバータなどのトルクを低減する。具体的には、図4に示すように、空転滑走が発生する先頭駆動軸のトルク量を、空転滑走ごとに低減し、空転滑走が発生していない車両に不足分を配分する。編成全体としてのトルク量が一定に保たれることにより、加減速性能の低下が防止でき、さらに空転滑走による乗り心地の悪化が防止できる。また、先頭車駆動軸でのトルクの低減は、空転滑走が発生したときに限定されるため、インバータ負荷を均一化し、ブレーキ装置の不均一な摩耗を防止することができるので、メンテナンス周期が長期化できる。

編成制御技術をベースとした電空協調制御では、回生エネルギーを極力取り出す省エネルギーのブレーキ制御の検討

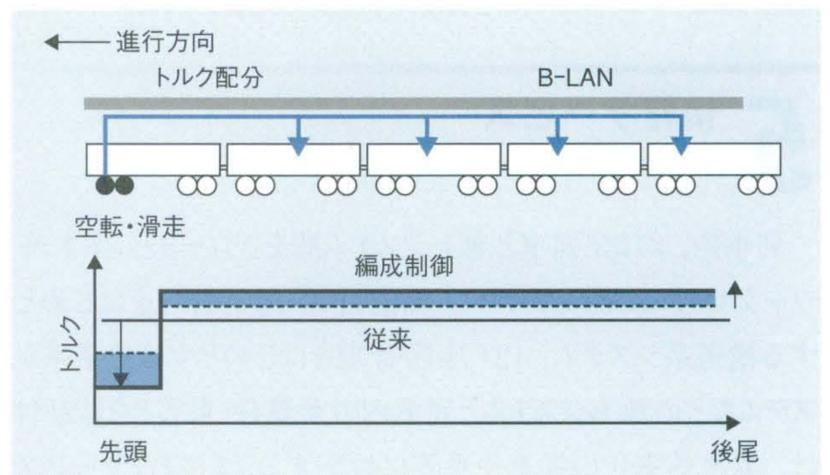


図4 編成制御

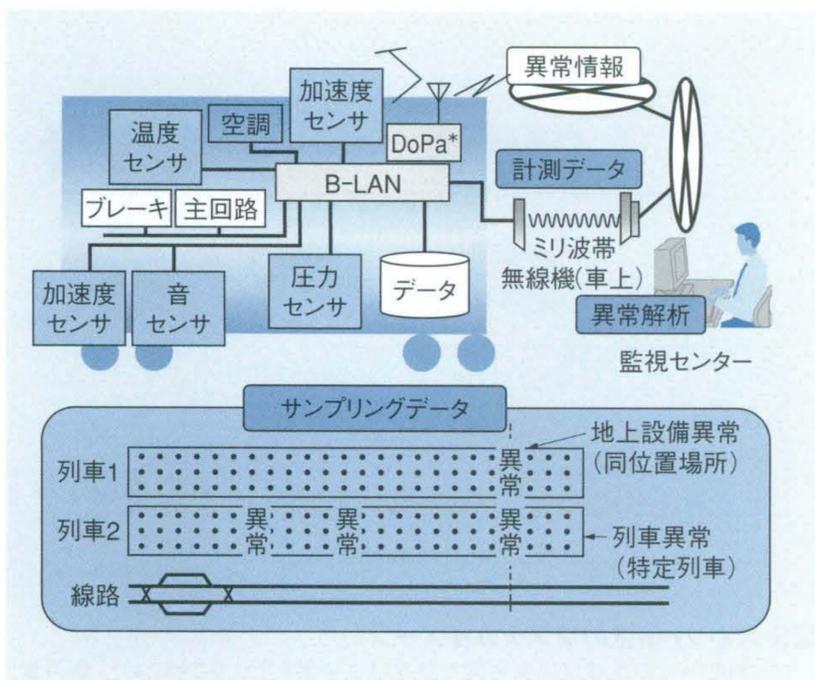
雨天時など線路がぬれているときは先頭車が滑りやすい。滑走ごとに先頭車のトルクを低減し、滑走が発生していない後続車へ配分することにより、編成としての運転性能を向上させる。

も進めている。さらに、定速走行時などに高効率点での制御を行うことにより、省エネルギー化が実現できる。

4.2 維持・保守システム

高速通信能力を持つB-LANの活用により、保守システムの高度化、省力化を可能にする。車両に各種センサを取り付け、B-LANでデータを収集し、異常発生時にはミリ波帯無線機(車上)などを使用して、異常発生前後のデータを地上の監視センターへ伝送する。監視センターでは、異常解析技術を駆使して異常の確定を行うとともに、新たな異常論理を抽出してB-LANに登録する。これにより、B-LANの異常検出機能の高精度化が図れる(図5参照)。

車上の保守情報を位置情報と関連づけることで、線路などの地上設備の異常検知も可能となる。複数の列車が同じ場所で異常を検出した場合は、地上設備に何らかの異常があると判断できる。これに対し、特定の列車だけが異常を検出した場合は、当該車両の異常と考えることができる。



注:*Dopaは、株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモの登録商標である。

図5 維持・保守システム

車両にセンサを取り付けてB-LANでデータを収集し、ミリ波帯無線機(車上)などを使用して地上へ伝送することにより、維持・保守の高度化と省力化を図る。

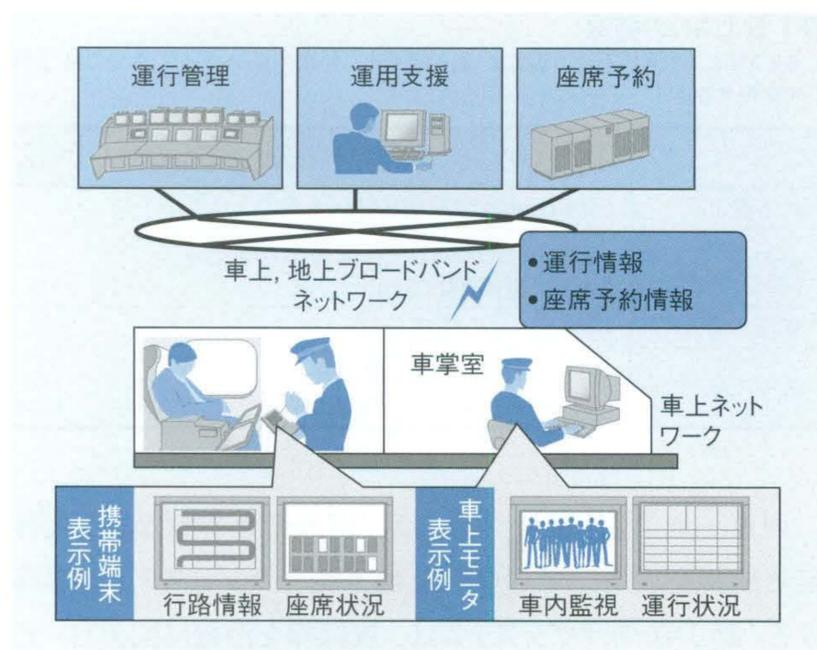


図6 業務支援情報サービスのイメージ

列車と地上システム間をシームレスにブロードバンドネットワークでつなぐことにより、列車上の乗務員への運行情報などのさまざまな業務支援情報サービスが提供できる。

5 情報サービス

列車内、および列車と地上システム間をブロードバンドネットワークで結ぶことにより、(1) 輸送計画・運行管理をはじめとする輸送系システム、(2) 座席管理をはじめとする営業系システムなどの地上システムと列車内の乗務員・乗客とを結び付け、業務効率化の推進や乗客に対応するさまざまなサービスの提供を可能にする。

このうち、乗務員への業務支援情報サービスのイメージを図6に示す。運行管理システムが保有する最新の運行計画や運行情報など、鉄道業務で必要となる情報がブロードバンドネットワークを介してリアルタイムに車上システムに送られ、例えば、車掌室の端末で参照することができる。また、車上ネットワークを介して、乗務員の持つ携帯端末でもそれらの情報が参照できる。一方、列車乗務員から中央指令所には、客室内の混雑度など現場の状況を映像や音声を使って詳しく伝えることができる。このように、中央指令所と列車乗務員

との間で必要な情報を共有することで、的確な業務の連携が可能となる。

6 おわりに

ここでは、列車内、および列車と地上システム間をブロードバンドネットワークで接続することによって、新しい制御やサービスが実現できる“B-system”について述べた。

日立製作所は、今後、ますます発展する情報通信技術を用い、鉄道総合システムインテグレータとして、制御と情報サービス、列車上と地上の情報サービスを統合し、鉄道システムの効率と利便性の向上に貢献していく考えである。

参考文献

- 1) 二川, 外:ブロードバンド時代における鉄道情報サービスソリューション, 日立評論, 85, 7, 467~470(2003.7)

執筆者紹介

石田啓二
 1988年日立製作所入社、電力・電機グループ 交通システム事業部 水戸交通システム本部 所属
 現在、鉄道車両用制御装置の開発に従事
 電気学会会員
 E-mail: ki-ishida@em.mito.hitachi.co.jp

北林英朗
 1990年日立製作所入社、電力・電機グループ 交通システム事業部 車両システム本部 車両技術部 所属
 現在、新幹線電車のシステムエンジニアリングに従事
 E-mail: hideo_kitabayashi@pis.hitachi.co.jp

長洲正浩
 1992年日立製作所入社、日立研究所 情報制御第二研究部 所属
 現在、鉄道システムの開発に従事
 工学博士
 電気学会会員、応用物理学会会員、画像情報メディア学会会員
 E-mail: naga@gm.hrl.hitachi.co.jp

戸次圭介
 1984年日立製作所入社、情報・通信グループ 情報制御システム事業部 交通システム企画部 所属
 現在、鉄道システムの開発に従事
 工学博士
 情報処理学会会員、電子情報通信学会会員、電気学会会員
 E-mail: k-bekki@itg.hitachi.co.jp