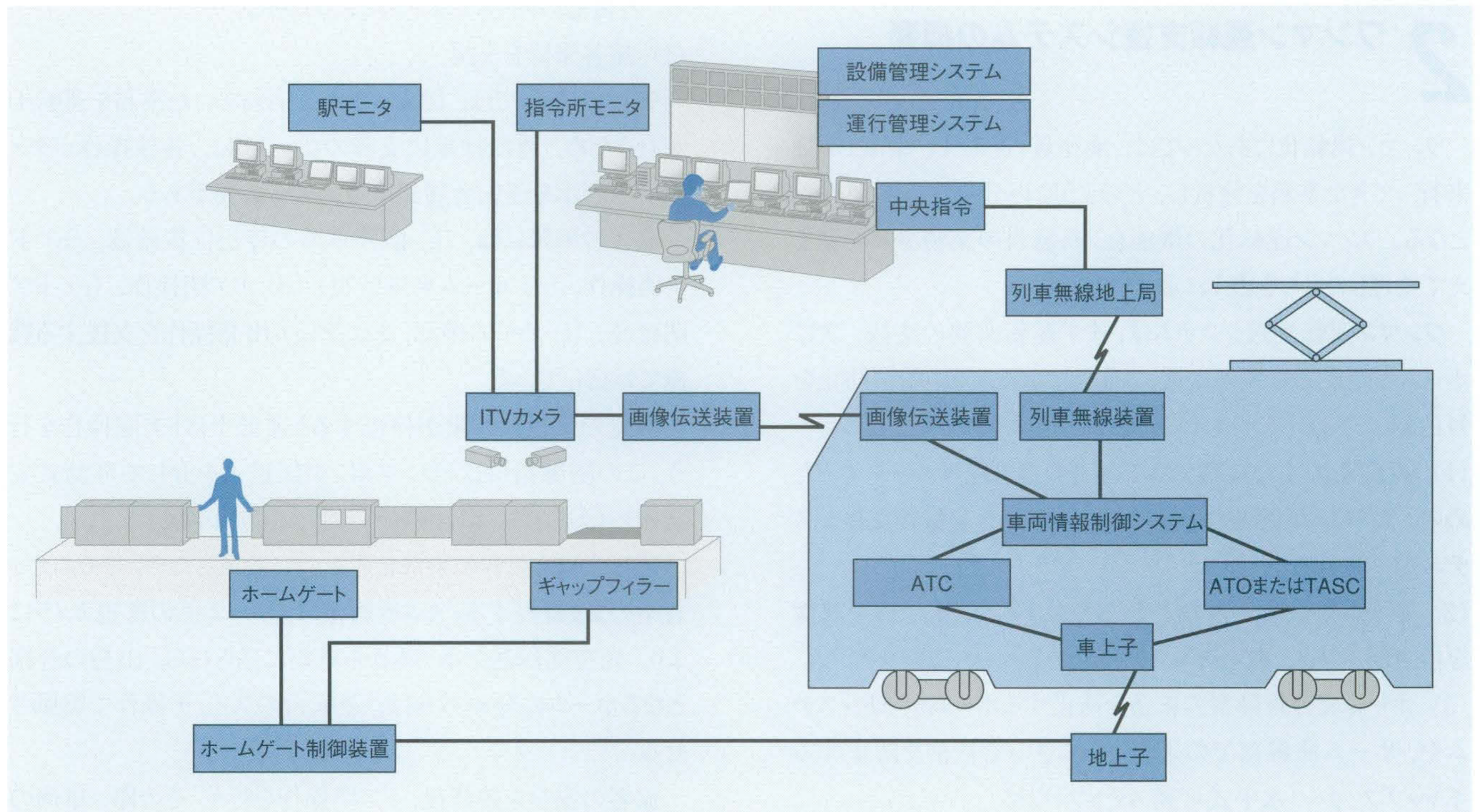


# 都市交通におけるワンマン運転支援システム

## One-Man Operation Support System for Urban Railways

和嶋 武典 Takenori Wajima 門野 尊倫 Takamichi Kadono 横瀬 藤彦 Fujihiko Yokose



注：略語説明 ITV(Industrial Television)、ATC(Automatic Train Control)、ATO(Automatic Train Operation)、TASC(Train Automatic Stop Position Control)

### ワンマン運転支援システムの構成

ワンマン運転を支援するシステムの構成を示す。ワンマン運転支援システムは、自動列車制御装置(ATC)、自動列車運転装置(ATO)、車両情報制御システムなどの乗務員支援システム、ITVによるホーム監視システム、ホームでの乗降の安全を確保するホームゲートシステムなどで構成する。

近年、都市交通では、経営効率の向上を目指し、新線だけでなく既設線でもワンマン化への移行が図られている。そのために、車両側では、乗務員の業務を支援する自動列車運転装置(ATO)、車両情報制御システムなど、車両側のワンマン運転支援システムの導入が進んでいる。

一方、ワンマン運転支援システムの導入により、運転業務を省力化しつつ旅客の安全を確保するために、地上側では、ホーム監視システム、ホームゲートシステ

ムの導入も活発となってきた。

さらに、最近では、いっそうの経営効率の向上を目指し、ドライバーレス運転の検討が始まっている。

日立製作所は、車上のATC、ATO、車両情報制御システムと、地上のホーム監視システム、ホームゲートシステムなどを融合した、トータルソリューションを提供している。これにより、経営の効率化、旅客の安全確保を図るワンマン運転支援システムの構築を支援していく。

## 1 はじめに

少子高齢化の時代を迎え、近年の都市交通では、利用顧客の減少、高齢者の利用比率の増加が進んでいる。鉄道事業者としても熟練社員の減少という課題があり、システム化に

よる効率経営への期待が大きくなっている。一方、利用者からは安全性、利便性に優れた都市交通が求められている。

これらを解決する方策の一つが「ワンマン運転」の導入であり、「ワンマン運転支援システム」によるシステム化である。ワンマン運転の導入に際しては、安全性が高く、かつ高密度運行が図れるシステムが同時に求められる。

さらに、最近では、いっそうの経営効率化を図るために、「ドライバーレス運転」の導入検討も進められている。

ここでは、日立製作所が提供している「ワンマン運転支援システム」、およびワンマン運転をドライバーレス運転に発展させるための考え方について述べる。

## 2 ワンマン運転支援システムの概要

ワンマン運転化にあたっては、乗務員（運転士、車掌）が従来行ってきた業務を分析し、どのように再分担するかが課題となる。ワンマン運転化の機能を、乗務員の業務分析を踏まえて整理したものを表1に示す。

ワンマン運転支援システムは、まず運転業務の支援、次にホームでの乗降監視の支援、3番目にホームでの転落防止を目的として、以下のシステムが順次、導入されている。

- (1) 運転士の主な業務である列車の運転をサポートするための、ATO、車両情報制御システムなどの乗務員支援システム
- (2) ホームでの乗降客の安全を確保するために、ITV映像を指令所モニタ、車上モニタで監視するホーム監視システム
- (3) ホームでの乗降客の転落を防止するホームゲートシステムや、ホーム曲線部での透き間をふさいで転落を防止するギャップファイラー（水平式可動ステップ）など

ワンマン運転支援システムを実現するためには、これらのサブシステムを融合し、トータルソリューションとして構築することが重要となる。

都市交通の新線建設では、当初からワンマン運転化を視野に入れて設計を行い、安全性、安定運営を図っている。しかし、最近では、開業当初はワンマン運転を想定していなかった既設路線にもワンマン運転を導入するケースが出てきた。

既設路線にワンマン運転を導入した例として、東京モノレール株式会社の導入事例について次章で述べる。

表1 ワンマン運転に必要な機能

乗務員の業務内容に対応するワンマン運転支援システムの機能例を示す。

業務	システム	機能	
始業確認	ATI	故障検知ほか	
運転操作	ATO, TASC	自動運転, 定点停止	
安全監視	ホーム進入	ITV→ホームドア	乗客の安全確認→確保
	乗降状況	ITV	乗客の安全確認
	閉扉(ひ)確認		
ホーム進出	ITV→ホームドア	乗客の安全確認→確保	
案内放送	自動放送	旅客案内	
車内旅客サービス	車内放送, 車内表示, 車内温度調整	車内情報提供	
異常時対応	デッドマン(自動運転停止)→列車無線経由指令への通報	異常時対応	

## 3 ワンマン運転支援システム導入の事例

東京モノレール株式会社は、2002年9月にワンマン運転を開始した。これは、従来のモノレール車両および地上設備にワンマン運転のために必要な機能を追加する形で実現している。各機能の内容は以下のとおりである。

### (1) 旅客乗降を支援

ワンマン運転では、従来、車掌が行っていた業務を運転士が行うため、運転操縦に支障のないように、各種操作ボタンや情報表示を運転台周辺に集約する必要がある。

旅客の乗降には、(a) 駅停車時の停止位置確認、(b) ドア開操作、(c) ホーム乗降監視、(d) ドア閉操作、(e) ドア閉確認、(f) ホーム確認、および(g) 出発操作を支援する機能で対応している。

所定の位置に列車が停車すると運転士はドア開操作を行う。この制御指令はトランスポンダ伝送系を介して可動式安全柵へ伝送され、車両ドアと連動してドアが開く。

運転士は、旅客の乗降を運転台に設置したテレビモニタで着座のまま監視する。モニタ画像は、ホーム上の監視カメラにより、光空間伝送でホームから車両に送られる。出発の合図となるホームの発車ベルは、運転台のスイッチ操作で鳴動させる。

旅客の安全を確認後、ドア閉操作を行う。その際、車両のドアと可動式安全柵ドアがすべて閉じると、運転台にある表示装置が車両のドアおよび「可動柵」の「全閉」を知らせる。

可動式安全柵の実例を図1に示す。東京モノレール株式会社では、車両ドア幅、車両停止誤差を考慮し、可動式安全柵の開口幅を2,000 mmとした。

安全装置として戸先センサ、支障物センサを設け、ドアに

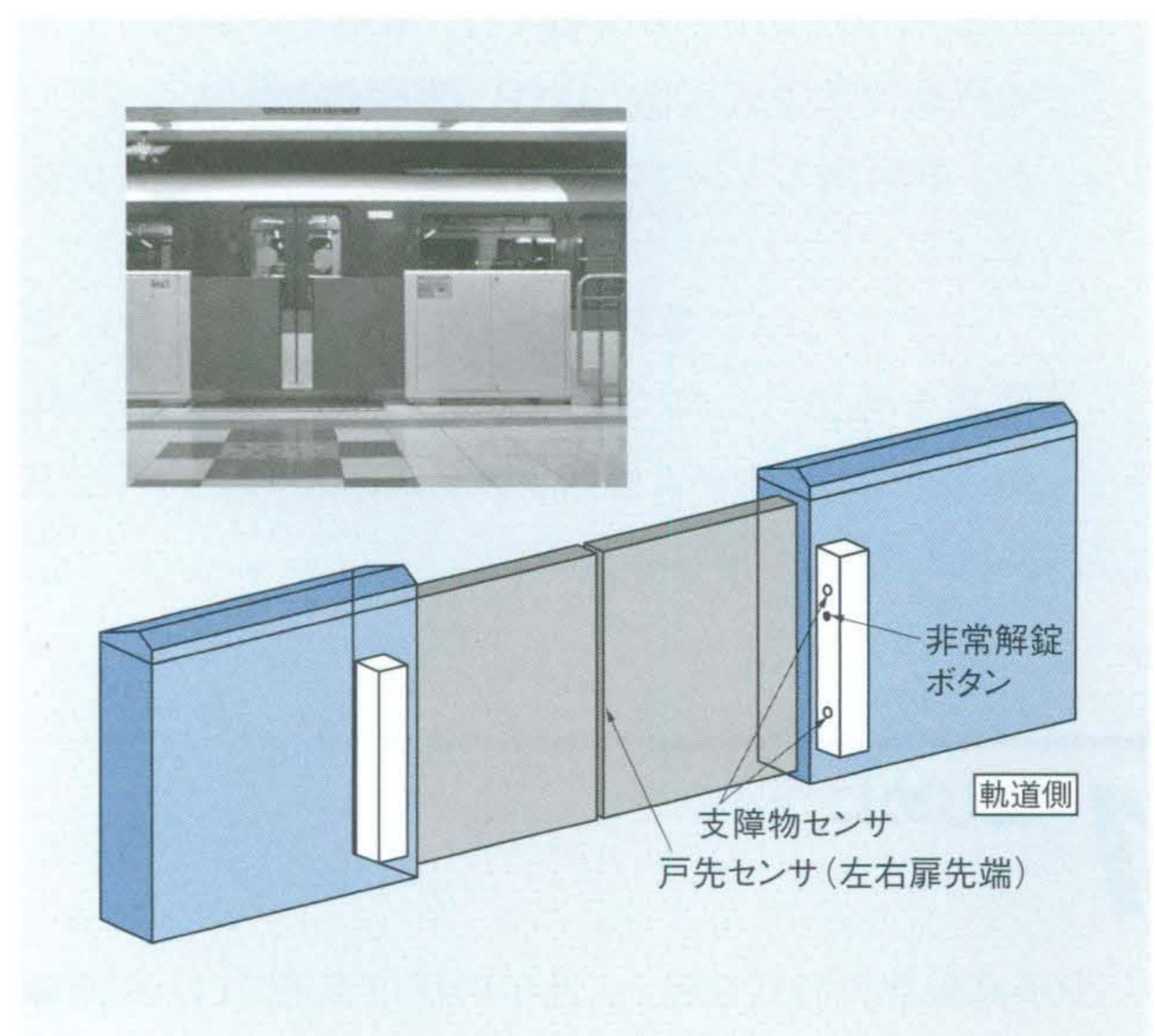


図1 東京モノレール株式会社の可動式安全柵

可動式安全柵によって乗降客の安全を確保する。

人や物が挟まった場合や、支障物を検知した場合には自動的にドアが開くようにしている。また、万が一の事態に備え、可動式安全柵単独で開閉操作が行えるように乗務員操作盤を設けている。

## (2) 旅客サービスを支援

車内の旅客案内は、自動放送装置によって行う。行き先、次停車駅の案内のほか、イベント放送や、非常ブレーキ動作時の放送機能を持つ。また、運転台のマイクロホンからの車内放送や、列車無線を介した運転指令からの車内放送もできるようにしている。

車内行先表示では、固定区間の折り返し運転に対応するため、手動による現在駅設定のほか、運転台の切換条件によって始発駅、運転方向を認識して次停車駅を案内することができる。

## (3) 異常時の対応を支援

ワンマン運転では、運転士に異常があった場合でも旅客の安全を確保する必要がある。

そのため、運転士が扱う主幹制御器に設置されたデッドマンスイッチが運転士の扱い異常を検知した場合には、非常ブレーキを動作させるとともに、列車無線を介して指令所に異常を通報する仕組みとした。また、乗客が運転士、または直接に指令所と会話ができるように、客室内に非常通報装置を設けている。

運転士が異常を確認して運転を停止した場合には、他の列車に対して運転士だけで自列車の前方、後方の安全を確保するために、両方向の前灯をフリッカさせるスイッチを運転台に設けている。運転台の例を図2に示す。

以上のように、従来の手動運転環境の車両システムについても、ワンマン運転をサポートする装置の追加により、ワンマン運転を実現した。

# 4 ドライバーレス運転

## 4.1 ドライバーレス運転の形態

自動列車運転装置(ATO)などのように、鉄道の地上・車上設備に新しい技術を導入することにより、運転士の乗務を必ずしも必要としないシステムの基盤が整いつつある。運転士が運転室に常時乗務していない運転形態を、「ドライバーレス運転」と言う。そのメリットとしては、経営効率の向上があげられる。

ドライバーレス運転には、運転士以外の係員が乗務し、車内の監視、乗客サービス、異常時の避難誘導の役割を担う形態と、まったく係員を乗務させない形態がある。海外では、パリのメテオール線などでドライバーレス運転が実施されている。わが国ではモノレール新交通システムでの実施例がある。

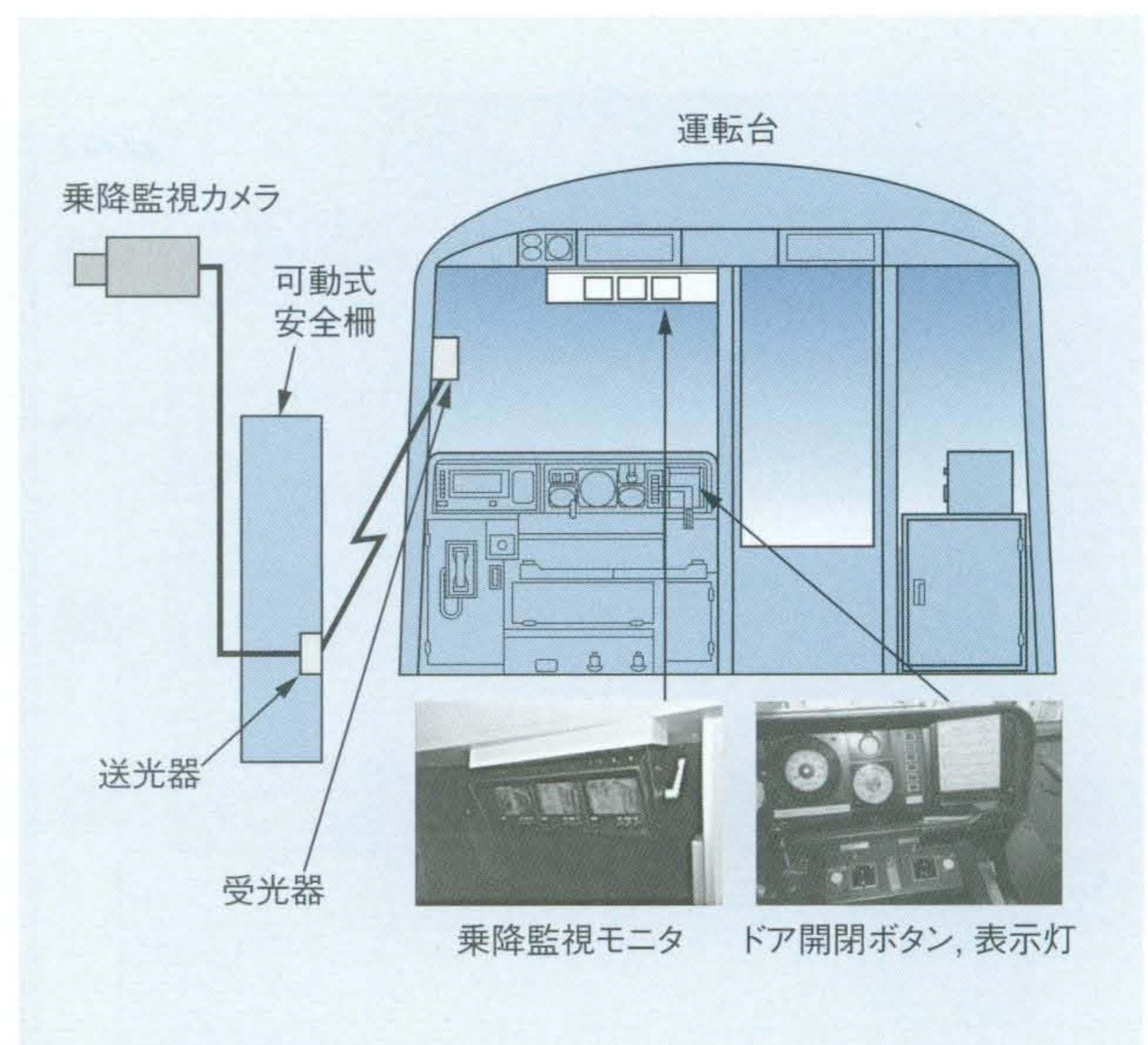


図2 モノレールの運転台

ワンマン運転をサポートし、運転士の利便性を向上させる。

## 4.2 ドライバーレス運転を行うための考慮点

ドライバーレス運転を行うためには、(1) 円滑、确实かつ安全な列車の運転制御、(2) 列車の進入、進出時および旅客の乗降時における旅客の安全確保、(3) 客室内旅客の安全確保、および(4) 異常時の旅客の安全確保を考慮する必要がある。

(1)を実現するには、ワンマン運転支援システムで導入実績のあるATC、ATOが、(2)については、ITVホーム監視システム、ホームドアが、(3)および(4)には、車内の状況を監視する仕組みがそれぞれ必要である。異常時の迅速な通報・対処には、列車無線との連携で中央指令所へ速やかに情報を伝え、この情報を基に中央指令所で列車の遠隔制御を行う仕組みが必要となる。車上側では、中央指令所へ必要な情報を供給し、中央指令所からの情報で車上のシステムを動作させる環境が必要であり、B-system (Broadband Network System)<sup>2)</sup>による情報処理が有効である。

このように、ドライバーレス運転を図るには、ワンマン運転支援システムに追加する機能として、地上～車上間での双方向の情報伝達機能の整備が必要になる。ドライバーレス運転実現のための課題と方策を図3に示す。

# 5 今後の展望

「ワンマン運転支援システム」、「ドライバーレス運転」は都市交通の経営効率の向上を目指すうえで、ますます重要なシステムになると考えられる。

これらのシステムは、ATC、ATO、車両情報制御といった車両制御技術、ITVによるホーム・車内映像監視システム、

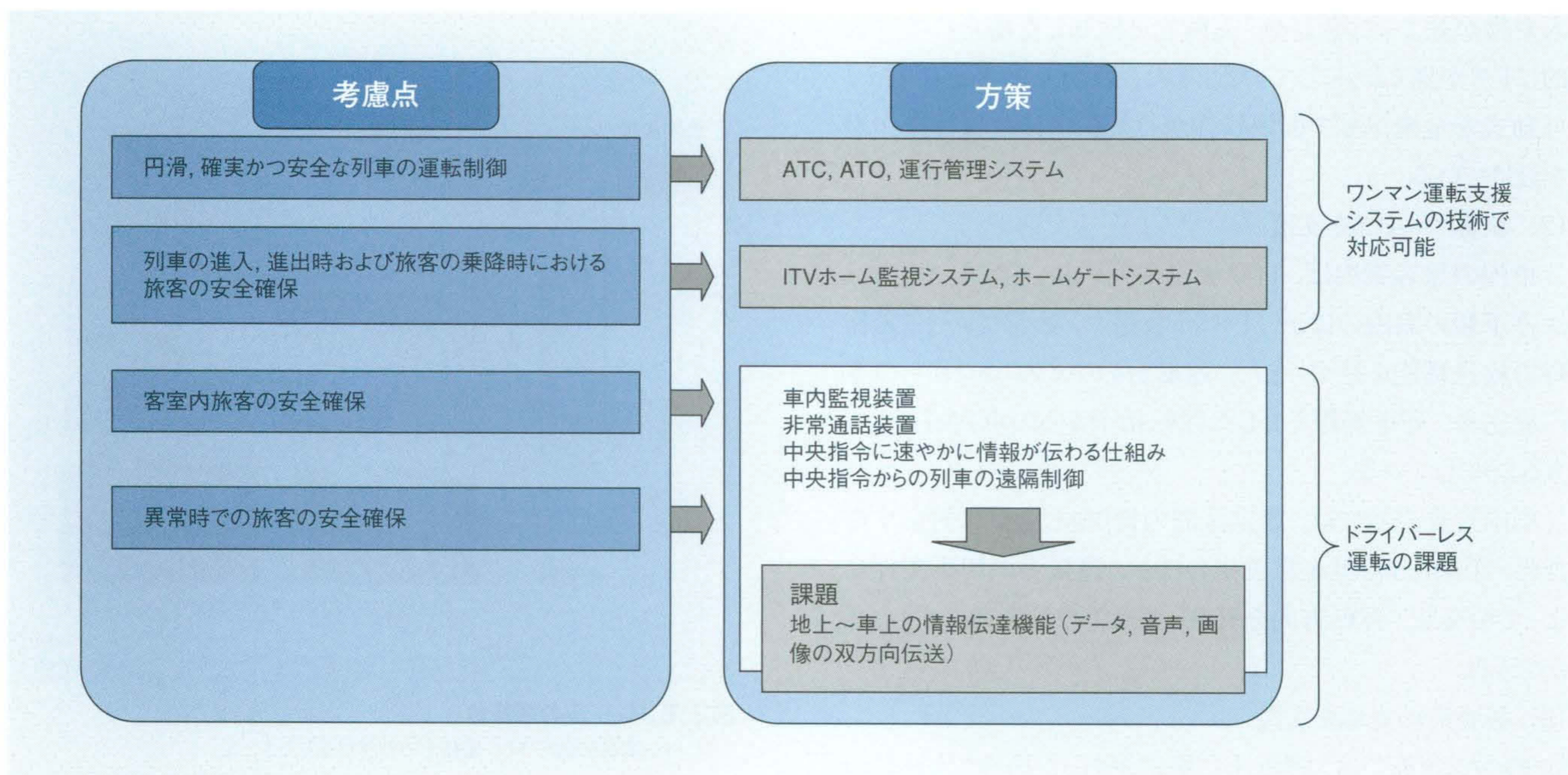


図3 ドライバーレス運転を実現するための課題と方策

ドライバーレス運転の課題と方策を示す。

列車無線システム、ホームゲートシステムといった個々に実績のあるシステムを組み合わせることにより、実現が可能になると考える。

特に、都市交通路線へのドライバーレス運転の適用については、正常時、異常時の運用形態を検討し、地上システム～車上システムを統合して一体のシステムとして取り組むことが必要である。

## 6 おわりに

ここでは、「ワンマン運転支援システム」、「ドライバーレス運転」導入における日立製作所の考え方について述べた。

日立製作所は、車両から運行管理システム、ホームゲートシステムといった地上システムまで対応している鉄道総合システムインテグレーターとしてのノウハウを生かし、ワンマン運転支援システムの構築、ドライバーレス運転の検討を進めていく考えである。

## 参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局監修運転関係技術基準調査会編:解説鉄道に関する技術基準(運転編)(2002.6)
- 2) 石田, 外:ブロードバンドが変える車両制御と情報サービス, 日立評論, 85, 8, 553~556(2003.8)

## 執筆者紹介



和嶋武典

1980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 車両電気システム設計部 所属  
現在, 車上運転制御関連装置の設計に従事  
電気学会会員  
E-mail: tk-wajima @ em. mito. hitachi. co. jp



門野尊倫

1973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 信号システム設計部 所属  
現在, 鉄道システム関連の業務に従事  
E-mail: tk-kadono @ em. mito. hitachi. co. jp



横瀬藤彦

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 輸送管理システム部 所属  
現在, 鉄道システム関連の業務に従事  
E-mail: fujihiko\_yokose @ pis. hitachi. co. jp