

IMTS(Intelligent Multi-mode Transit System)は、トヨタ自動車(株)が推進しているバス車両を用いたデュアルモード交通システムである。バス車両は、最新のITS(Intelligent Transport Systems)技術により自動走行や衝突防止機能を備えている。

当社は、バス車両の安全走行を確保するための保安(閉塞(へいそく)制御)システム、及び円滑、かつ効率的な運行を計画・制御し、実際の運行状況の監視などを行う管制システムの地上側システムを担当した。1999年1月から、トヨタ自動車(株)東富士研究所内に建設されたIMTS実験システムを使い、実用化に向けた自動走行実験が行われている。

The Intelligent Multi-mode Transit System (IMTS) is a medium-scale bus transportation system in which buses incorporating the latest technologies of intelligent transport systems (ITS) are equipped with automatic driving and automatic collision prevention functions.

Toshiba has taken charge of the safety (block control) system which ensures safe driving of buses, as well as the control system which carries out smooth and effective operation planning, operation control, and monitoring.

1 まえがき

都市部の基幹交通としては、軌道系交通システムがあり、これを補完する面的サービスとしてバス路線が張り巡らされている。そして、都市部では自動車交通の集中化により交通渋滞が慢性化しており、バス交通においては、この交通渋滞により定時性が失われ、利用者の利便性が低下している。また、鉄道駅周辺では、バス・タクシーや自家用車での送迎及び自転車や歩行者によって通勤時間帯の混雑は、地域社会の大きな問題となっている。更に、今後ますます進む高齢化社会や身障者への対応に代表されるバリアフリー化も考慮すべき点である。

このようななかで、地域ニーズに合った、環境や人に優しい、しかも低廉でフレキシブルな新しい交通システムのニーズが高まっている。これからの地域交通システムに望まれる要件としては、“いつでも利用できる”、“待たない”、“乗換えなしで(目的地まで)行ける”、“早い(渋滞がない)”などが挙げられ、これらを満たす公共交通機関が新世代の交通システムとして期待される。

当社は、トヨタ自動車(株)と共同で、ITS機能を持ったバスシステムのIMTSにおける保守及び管制システムを開発している。以下に、IMTSの概要について述べる。

2 IMTSとは

2.1 システムコンセプト

IMTSのコンセプトは、次のとおりである。

- (1) 中規模・中量輸送の交通システム
- (2) 専用道は自動走行、一般道はマニュアル走行のデュアルモード走行が可能
- (3) 輸送需要にフレキシブルに対応可能
- (4) 低廉なシステムコスト
- (5) 環境と人に優しい

IMTSは、中規模・中量輸送システムとして位置づけ、建設コスト、運営コスト、保守コストの低減が可能な、専用道と一般道を相互に走行可能なデュアルモードバス交通システムである。最新のITS技術により、バス車両は衝突防止機能を備えて専用道を自動走行し、隊列走行や非接触案内機能により容易に編成を構成できるので、輸送需要に合った編成をフレキシブルに組むことができる。また、バス車両は、天然ガスなどを燃料とする低公害エンジンで環境負荷を低減し、車内はノンステップ低床式を採用するため、高齢者や車いすでも乗り降りが容易となる。デュアルモードにより二つの走行形態を持っていることから、専用道では渋滞がなく、高速性と定時性を確保することができる。一方、一般道ではきめ細かい面的交通サービスが可能である。つまり、軌道系交通と道路系交通の長所を併せ持つ交通システムと言える。

2.2 システムイメージ

IMTSのイメージを図1に示す。

例えば、TさんがB町の自宅からA市にあるデパートに行きたいとする。B町内の一般道を通常のバスのように走行するIMTSバスに、Tさんは自宅近くのバス停から乗車、IMTSバスは他のバス停を経由してB駅に到着する。B駅からは専用道に入ってIMTSバスはA駅まで自動走行する。A駅に到着してからは、A市内の一般道を再び通常のバスのように走行し、目的のデパート近くのバス停で下車。Tさんは自宅近くのバス停から乗換えなしでA市のデパートに行くことができるようになる。

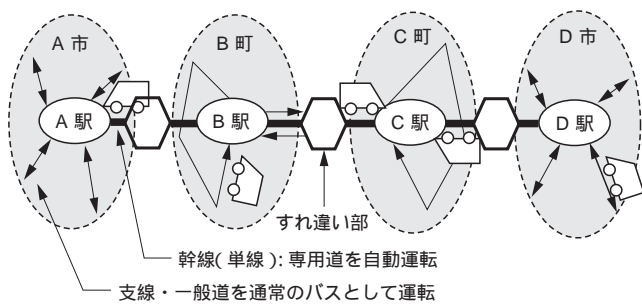


図1. IMTSの運行イメージ 専用軌道が単線の場合は、駅間にすれ違い部を設け、上下線を走行するバス車両がすれ違いができる複線区間を設ける。

Concept of IMTS operation

3 システム概要

システム概要を図2に示す。

専用道には、磁気ネイルが埋設され、バス車両はこの磁気ネイルに沿って自動走行する。バス車両は管制センターからの指示に従って走行し、管制センターからの指示は路-車間通信装置によってバス車両へ伝達される。そして、バス車両の運行状況は、管制センターで把握される。専用道の走行における衝突や追突防止の安全性確保は、地上の閉塞制御装置とバス車両に搭載された前方監視レーダなどを用いて行っている。また、停留所には、バス車両の行き先や接近情報などを示す車両ロケーション装置が備わる。

4 システム構成

IMTSは、主に“管制制御システム”、“閉塞制御システム”、“路-車間通信システム”、“車両制御システム”の四つのサブシステムから構成される。

4.1 管制制御システム

編成構成や車両の到着時刻の演算などのダイヤ作成及び運行監視を行う。その他、時刻管理、システム保守、マンマシンインタフェースなどの機能がある。

4.2 閉塞制御システム

全車両の在線状況を把握し車両の追跡を行うとともに、車両相互の衝突を防止するために、閉塞制御に基づいた停

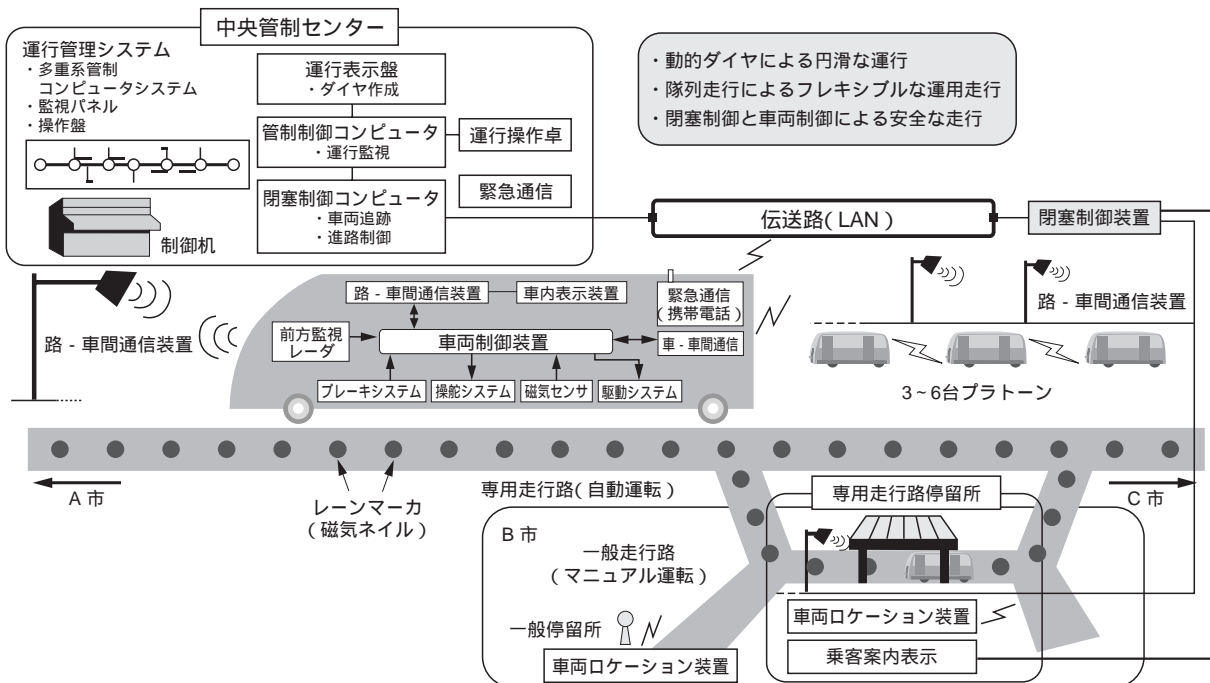


図2. システム構成の概要 専用軌道では、バス車両は軌道上に埋設されたレーンマーカを検出し、これに沿って自動操舵を行う。

Configuration of IMTS

止 / 出発信号を路 - 車間通信システムに出力することで安全性を確保する。閉塞制御とは、従来から鉄道分野で確立されている制御方式で、1 区間 (閉塞区間) には一つの編成しか入れないという考え方である。鉄道では、レールと鉄輪による軌道回路を用いて列車の位置を連続的に検出しているが、IMTSではインフラストラクチャのコスト低減を目的として、最低限必要な場所にスポット的に路 - 車間通信装置を設置する方式を採っている。そのため、IMTSの在線管理は閉塞区間の入口と出口の2か所、もしくは閉塞区間の境界1か所に路 - 車間通信装置を設置したチェックイン・チェックアウト方式で行っている⁽¹⁾。

IMTSの閉塞制御の方法を図3に示す。

図で示す方式は、路 - 車間通信装置を閉塞区間の境界1か所に設置した場合の例である。この方式の場合、バス車両が路 - 車間通信装置を通過するまでは、まだ当該閉塞区間を抜けたと判断することができないため、常に路 - 車間通信装置前後の2閉塞区間が在線状態となる(路線状況2を例にとると、バス車両が路 - 車間通信装置と通信中の状態では、まだ閉塞区間Bを抜けたことにはならないため、閉塞区間Bと閉塞区間Cが在線となる)。

4.3 路 - 車間通信システム

管制制御及び閉塞制御システムの制御情報を車両制御システムへ伝え、また車両制御からは車両ID (Identification) などの固有情報を管制制御に伝える情報の授受を行う。

4.4 車両制御システム

閉塞制御システムから出力される信号を守りながら、管

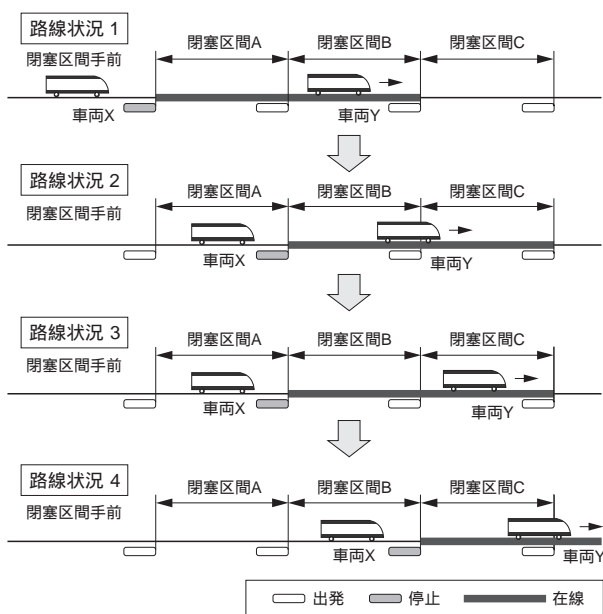


図3 . IMTSの閉塞制御方式 車両Yのいる閉塞区間と前後が在線状態となる。
Block control

制制御システムで作成したダイヤに合わせて速度制御をして自動走行する。また、前方監視レーダや車 - 車間通信、画像距離センサによって前方車両との衝突防止を図ったり、隊列走行時の車間距離を一定に保っている。

5 IMTS 実験システム

99年1月、トヨタ自動車(株)東富士研究所敷地内に、IMTSの実用化に向けた各種実験評価を行うための実験システムが完成した。当社は、管制制御システムと閉塞制御システムの地上側システムの開発を担当した。

5.1 実験線概要

実験線は、コース周回長約1.6 kmの単線で、一部にすれ違いが行える複線部を2か所及び駅部を設けたループ形状をしている。また、一般道との接続出入口を設け、乗客の乗入れや一般道と専用道の相互乗入れなど、実運用を想定した試験を実施できるよう設計されている。また、コースわきには、閉塞制御装置や管制制御装置などが設置された管制室と、バス車両の検修庫がある。IMTS実験線概要を図4に示す。

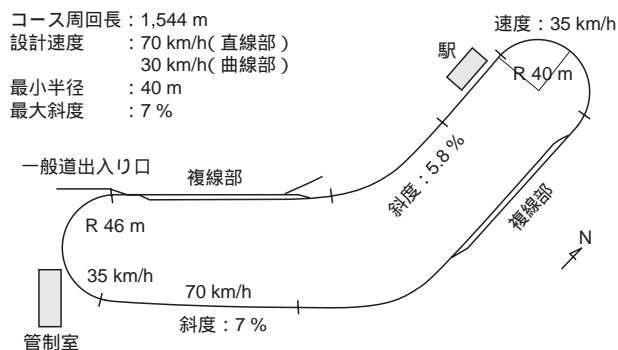


図4 . IMTS 実験線の概要 コース周回長約1.6 kmの単線で、一部にすれ違いができる複線部を2か所設けてある。
Outline of IMTS test track

5.2 システム概要

実験線のシステム概要を図5に示す。

今回の実験線では、路 - 車間通信にループアンテナを用いている。軌道上にループアンテナを埋設し、バス車両がこの上を通過する間に通信を行う。約1.6 kmの実験線を三つに区切り、ループアンテナ - 通信機 - R-I/O (Remote Input/Output) が1セットとなり、三つの区切りごとにS-NET (当社独自開発の光ネットワーク) LANで接続され、それぞれの区間を閉塞制御装置が制御する。三つの区間は、閉塞制御装置 - LAN 端局を介して、管制室とFDDI (Fiber Distribute Data Interface) LANでネットワークを構築している。

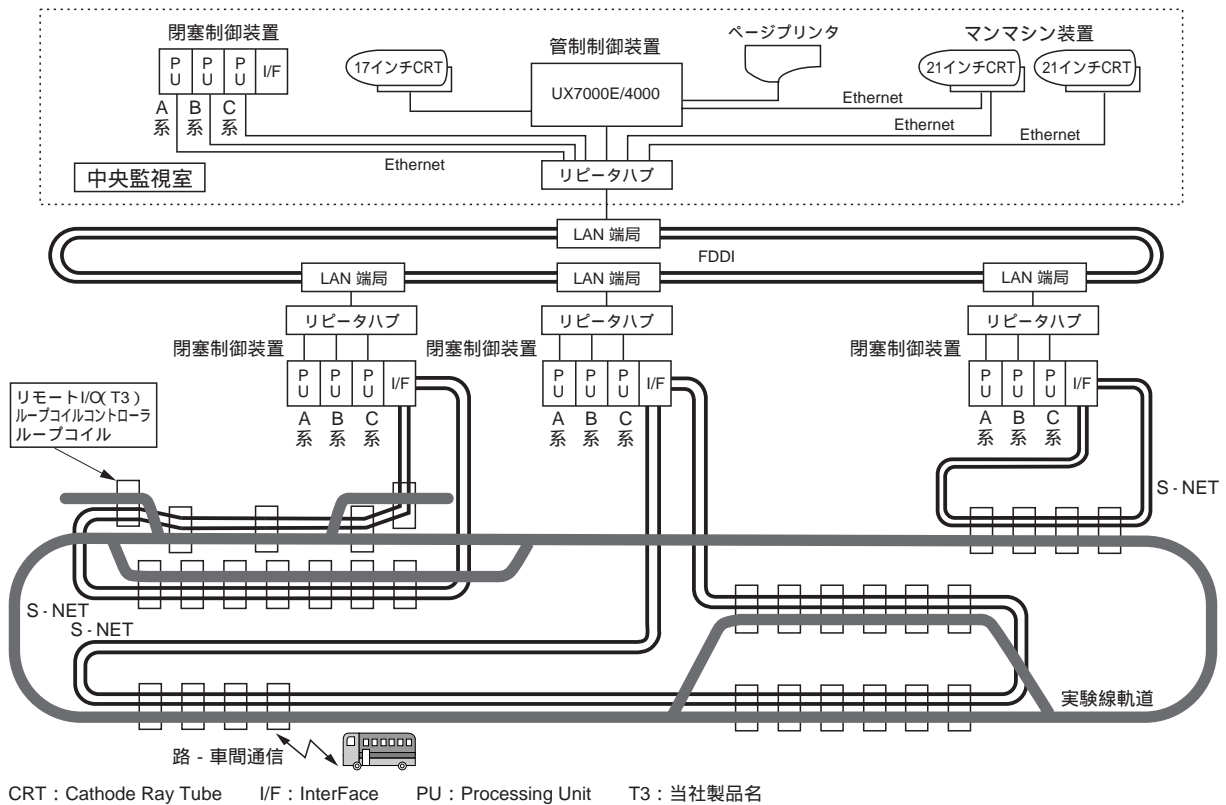


図5. 実験線のシステム概要 駅走行制御I/OとループアンテナをS-NETで、駅走行制御I/Oと管制制御装置をFDDIでネットワークを構築している。
IMTS ground side configuration

管制室内の管制制御装置,閉塞制御装置,及びマンマシン装置はEthernet^(注1)で結ばれている。

5.3 閉塞制御装置

IMTS実験線で用いた閉塞制御装置は,当社が独自に開発したフェールセーフなマイコンを三重系で構成している。

5.4 管制制御装置

管制室に設置されている管制制御装置は,UX7000を用いて車両の発着・停止・合流・分流などの運行にかかわる制御を行う。マンマシン装置には,IMTS実験システムの周回コース路線図が描かれ,閉塞区間と車両が在線する区間は色を変えて識別表示している。

5.5 実験状況

車両の自動走行にかかわる機能試験をはじめとする基本的な試験,閉塞制御の確認,管制を含めた地上側と車両側のトータルな確認実験は既に終了。現在,IMTS実用化のため,安全評価試験を実施している。今年度内にも完了の予定である。

6 あとがき

99年度は,IMTSを施設内旅客輸送システムとしてのシステム設計の考え方について,その安全性の評価を実施した。

(注1) Ethernetは,富士ゼロックス(株)の商標。

2000年度は,引き続きその設計に基づき,トヨタ自動車(株)東富士研究所のIMTS実験システムを用いて,実験による定量的な評価を行い,IMTSの設計基準の指標となる基礎データをまとめる。

今後は,IMTSにおける地上設備のあり方について,管制システムを含めて既設の信号設備の概念にとらわれない地上設備として,簡易でコスト的にも安価な信号システムを検討していく。当面は,特定地域での施設内旅客移動手段としてのシステムの検討・提案を実施していく所存である。

文献

- (1) 金山道王,ほか."IMTSの閉塞制御システム".電気学会・交通・電気鉄道研究会予稿集.2000-10.



中沢 新一郎 NAKAZAWA Shinichiro

情報・社会システム社 ITS・自動車事業統括部 ITS応用システム推進担当主務。

次世代の交通システムの開発に従事。

ITS & Automotive Business Planning Div.