

超高密度線区向け輸送管理システムの段階的構築

—東京圏輸送管理システム“ATOS”の山手・京浜東北・根岸線拡張—

Expansion of Train Traffic Control System Supporting Super High-Density Transportation for Tokyo Metropolitan Area

北原文夫 *Fumio Kitahara* 小牧 亨 *Tôru Komaki* 浜田正雄 *Masao Hamada*
 三和直樹 *Naoki Miwa* 戸次圭介 *Keisuke Bekki*



新しい合図器(出発時機表示器)



中央指令室(田端)

※ 駅遅延モニタ ※ (1 / 1) 12月 7日(月) 19時26分

線区	上下別	列車番号	到着時刻	出発時刻	番線	右線位置	発進	抑止	行先
山手内回		1318G	14:17:45*	14:18:10*	2番	西日暮里	0	0	埼
		1400G	14:21:45*	14:22:10*	2番	日暮里	0	0	大
		1450G	14:25:15	14:25:40	2番	潮見町	1	0	大
		1410G	14:29:15	14:29:40	2番	秋葉原	0	0	大
		1420G	14:32:45	14:33:10	2番	有楽町	→	0	大
		1422G	14:35:45	14:37:10	2番	浜松町	→	0	大
		1470G	14:40:45	14:41:10	2番	日川	→	0	大
		1412G	14:44:15	14:44:40	2番	品川	→	0	大
		1337G	14:18:10*	14:18:40*	3番	東上野	→	0	大
		1313G	14:21:40*	14:22:10*	3番	秋葉原	→	0	大
外回		1339G	14:25:40	14:26:10	3番	上野	→	0	大
		1315G	14:29:40	14:30:10	3番	西日暮里	→	0	大
		1317G	14:33:10	14:33:40	3番	田崎	→	0	大
		1321G	14:37:10	14:37:40	3番	大塚	→	0	大
		1483G	14:48:40	14:49:10	3番	大塚	→	0	大
	1423G	14:49:40	14:49:10	3番	高田馬場	→	0	大	

情報端末画面(駅遅延モニタ)



情報端末

駅扱い所(上野駅)

東京圏輸送管理システム“ATOS(Autonomous Decentralized Transport Operation Control System)”

ATOSは、超高密度間隔で運行する首都圏の列車群をリアルタイムで制御し、中央指令センターでの一括運転整理(計画変更)を行ったり、各種旅客案内情報を各駅にリアルタイム伝送するなど、輸送管理業務の革新を図った広域分散輸送管理システムである。対象線区を東京圏全域に順次拡張する予定である。

東京圏輸送管理システム“ATOS(Autonomous Decentralized Transport Operation Control System)”の使用をすでに開始している中央線の80%程度の規模を持つ山手・京浜東北・根岸線では、中央線と系統的に合体する構成で、1998年7月にATOSの使用を開始した。これにより、ATOSは首都圏の輸送管理の中核として対象範囲を段階的に拡張できるという実績を作るとともに、超高密度線区での輸送管理システムが本格的な実用段階に入った。

ATOSは、首都圏の17線区、約250駅を対象としており、対象規模や社会的影響度の観点から、段階的構築が必須である。このため、各駅にコンピュータを配置して駅が単独でも制御できる構成としたうえで、各駅と駅を統括する中央装置を大容量の光ファイバによる制御用WANで接続し、相互の協調制御を図るなど、自律分散アーキテクチャを最大限に活用した。

開発の課題は、(1)稼動している中央線に影響を与えないで拡張できること、(2)接続機器数を当初計画数から柔軟に変更できることであったが、増設のニーズが高まった情報端末を容易に追加できる情報サーバの開発などにより、これらの課題を解決した。

線区展開でも柔軟に対応できる見通しを得たことから、今後、ATOSを総武線、東海道本線など他の線区に順次拡大し、東京圏の全線区を対象とする超大規模分散システムとして完成させる予定である。

1 はじめに

東京圏輸送管理システムの導入予定線区では、列車運行が超高密度でかつ路線が複雑に絡み合っているため、線区全体の高度な輸送管理と列車制御が必要である。従

来は各駅に多数の要員を配置して輸送管理業務を行っており、輸送管理の抜本的な近代化が望まれていた。

そのため、駅の運行部門の合理化や旅客サービスの向上、保線などの保守作業の効率化を目指した、情報化時代に即した、安全で、かつきめ細かなサービスを広範囲

に提供できる、次世代の鉄道にふさわしい東京圏輸送管理システム“ATOS”を開発した。これにより、従来の駅中心の運行業務を、中央指令中心の運行体制に移行させ、線区全体の列車群として管理することを実現し、輸送管理業務の大幅な改善と効率向上を図った。

ここでは、先に実用化した中央本線(以下、1号線区と言う。)に加え、山手・京浜東北・根岸線(以下、2号線区と言う。)へ段階的に線区を拡張し、(1)超高密度線区で110駅、1日約3,000本の列車を管理する超大規模輸送管理、(2)情報端末などの端末(約1,700台)による列車運行情報サービス、(3)旅客案内端末によるきめ細かな旅客サービス(約1,400面の発車標)を実現した、東京圏輸送管理システム“ATOS”について述べる。

2 ATOSの特徴

システム規模が大きくなり、制御対象が複雑で、高密度で走行する列車を正確に運行させることが求められている。また、これまでシステム化されていなかった駅中心の運行業務を、段階的にシステム構築する必要性が生じてきた。

列車の運行の拠点は駅であり、列車を走行させるため

には駅が協調して、線区として列車を運行させる必要がある。さらに、線区が協調して、線区間をまたがる首都圏全域の列車の走行を最適化することが望ましい。すなわち、駅を点、線区を線、首都圏を面とそれぞれ考えれば、ATOSは、点から線、線から面へとその制御を進化させながら、輸送管理システムを段階的に構築するという特徴を持っている。

東京圏輸送管理システムの構成を図1に示す。

3 ATOSの2号線区システムの段階的構築

3.1 自律分散の考え方と構造

1号線区での段階的システムは、駅システムを段階的に構築していき、全駅システムが稼働後、中央システムと接続して線区システムを構築するものであった。2号線区システムの構築により、線区システム単位での段階的構築のフェーズに入ってきた。そのため、すでに稼働している線区システムに影響を与えることなく、新しい線区システムを構築する必要がある。

ATOSを構成する各線区システムを自律分散構成とすることにより、工事に伴う他線区システムの機能停止や機能拡張に影響を受けずに自己の責任分担領域を制御で

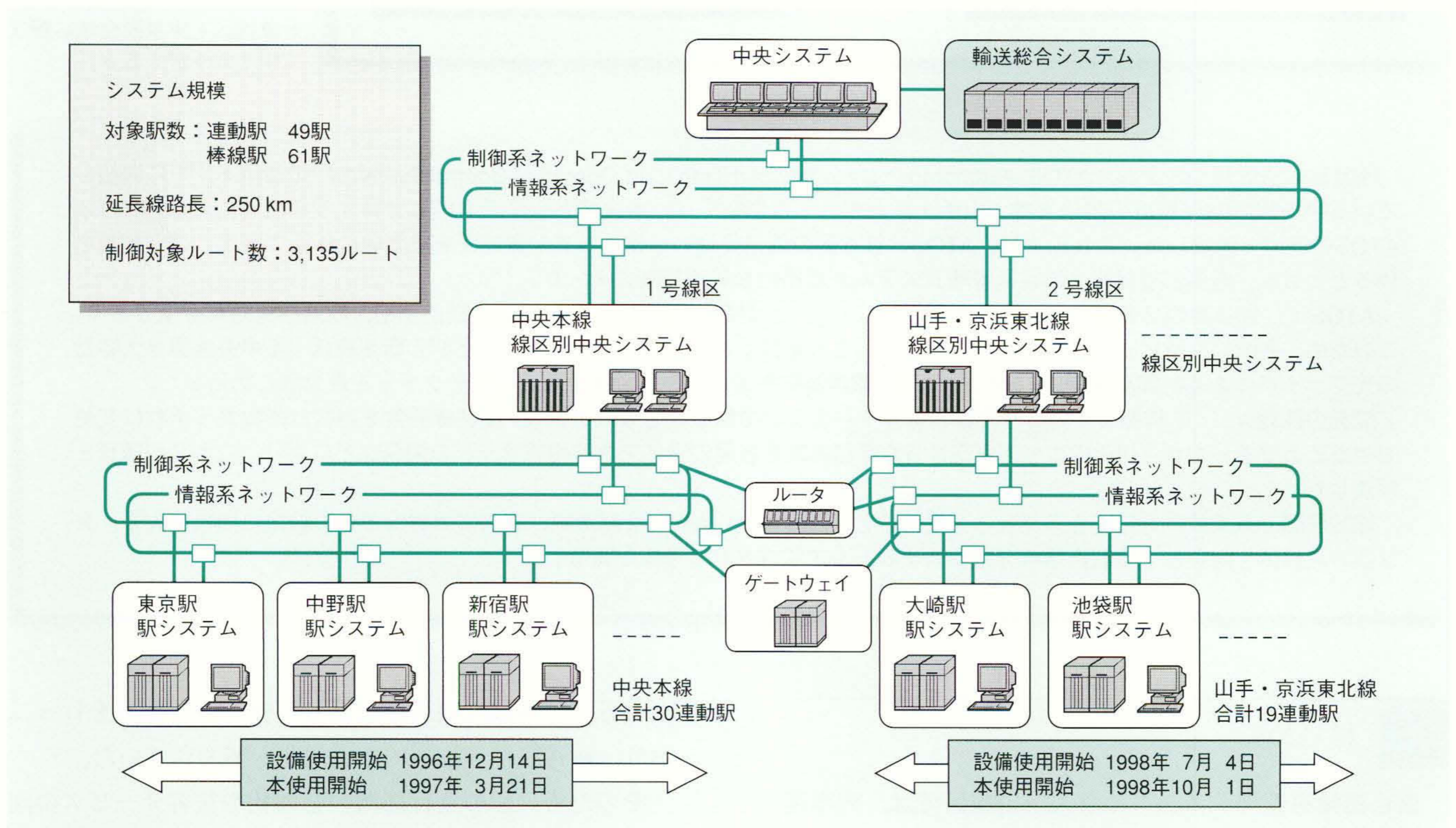


図1 東京圏輸送管理システムの構成

稼働中である中央本線のシステムを停止させることなく、新しい山手・京浜東北線のシステムを段階的に構築することができる大規模自律分散システムである。

き、かつ互いに協調できるという二つの性質を持たせることができる。これらの性質により、線区システムの拡張などに強くなり、稼動中の部分を止めることなく拡張および保守を行うという、オンラインでの拡張性、保守性を持つことができる。

3.2 ゲートウェイによる線区間ネットワークの接続

自律分散システムを構築するために、ブロードキャスト伝送をベースとした通信方式を採用している。ゲートウェイは、線区ネットワーク上を流れるブロードキャストデータを、もう一方の別の線区に中継する。ネットワークの独立性を保つには、ゲートウェイに必要最小限のデータだけを中継する機構が必要になる。ATOSでは、これを実現するために、下記の機能を実現している。ゲートウェイによる線区間接続を図2に示す。

(1) データのフィルタリング機能

ゲートウェイにあらかじめ登録されたブロードキャストデータだけを中継するフィルタリング機能により、中継するデータの必要最小限なものへの絞り込みを実現した。

(2) チェーン(2度)通過の制限機能

複数の線区システムで構成する場合、ゲートウェイのフィルタリングの定義によっては、データが多段中継されて同じものが異なるパス経路で送信されたり、複数ゲートウェイを経由した同じデータが戻ってくる危険性がある。そのため、データのゲートウェイ通過済みの状態を管理し、通過済みのデータを廃棄することにより、同一データの輻輳(ふくそう)を防止している。

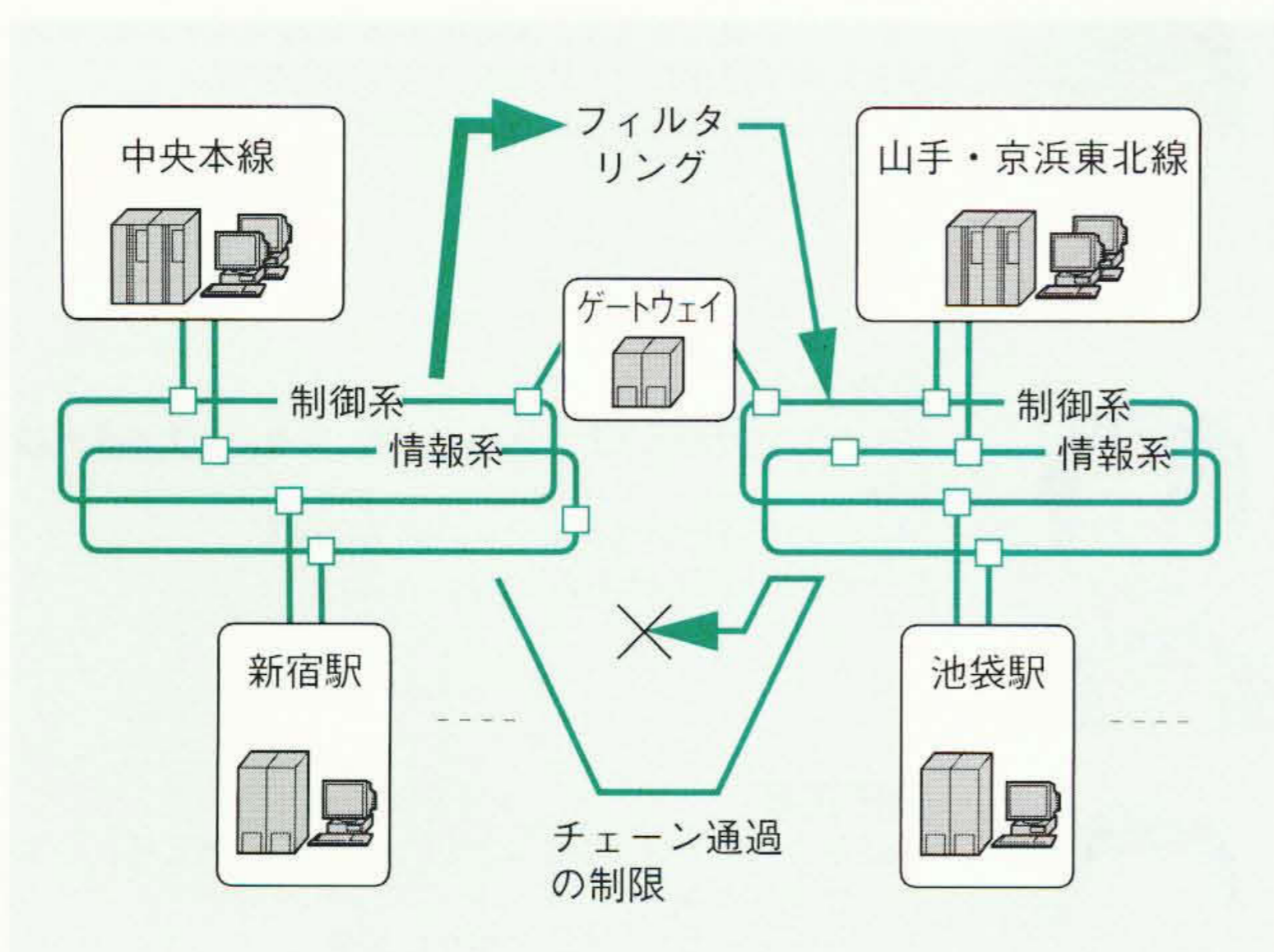


図2 ゲートウェイによる線区間接続

ゲートウェイにより、線区ネットワーク上を流れるブロードキャストデータを、もう一方の別の線区に中継する。

4 広域分散情報サービスシステム

4.1 広域情報サービス拡張の必要性

ATOSによる情報サービスシステム導入により、駅扱い所や運転区、保守区などのサービス拠点に全線区の列車運行状況をモニタできる情報端末を設置し、情報サービスの質を向上させた。

2号線区の構築にあたり、最新の高性能な機器を積極的に導入し、システム間の協調性を強化することにより、使用中のシステムの装置構成を変えずにシステム性能を向上させることが求められるようになってきた。また、旅客案内機能の充実も同様に必要となってきた。

4.2 ATOSの情報サービスシステム

システム拡張に際しては、ATOSの1号線区システムの情報サービスでは下記の課題があった。

(1) モニタ端末の増設に関する課題

各駅システムのハードウェアリソースの制約〔ポート数、CPU(Central Processing Unit)の性能、メモリ容量〕により、一つの駅システムに接続できるモニタ端末数に制限がある。

(2) モニタ端末増設時の応答性高速化の課題

モニタ端末を増設すると、端末から特定の情報が集中して要求される可能性が高くなり、要求された駅の処理負荷が増大するため表示が遅くなる。そのため、同時に受け付ける要求数を制限する必要がある。

4.3 情報サービスの共有化による処理能力の向上

ATOSでは、制御の分散化に伴って情報サービスの拠点も分散化した構成としている。分散化により、情報サ

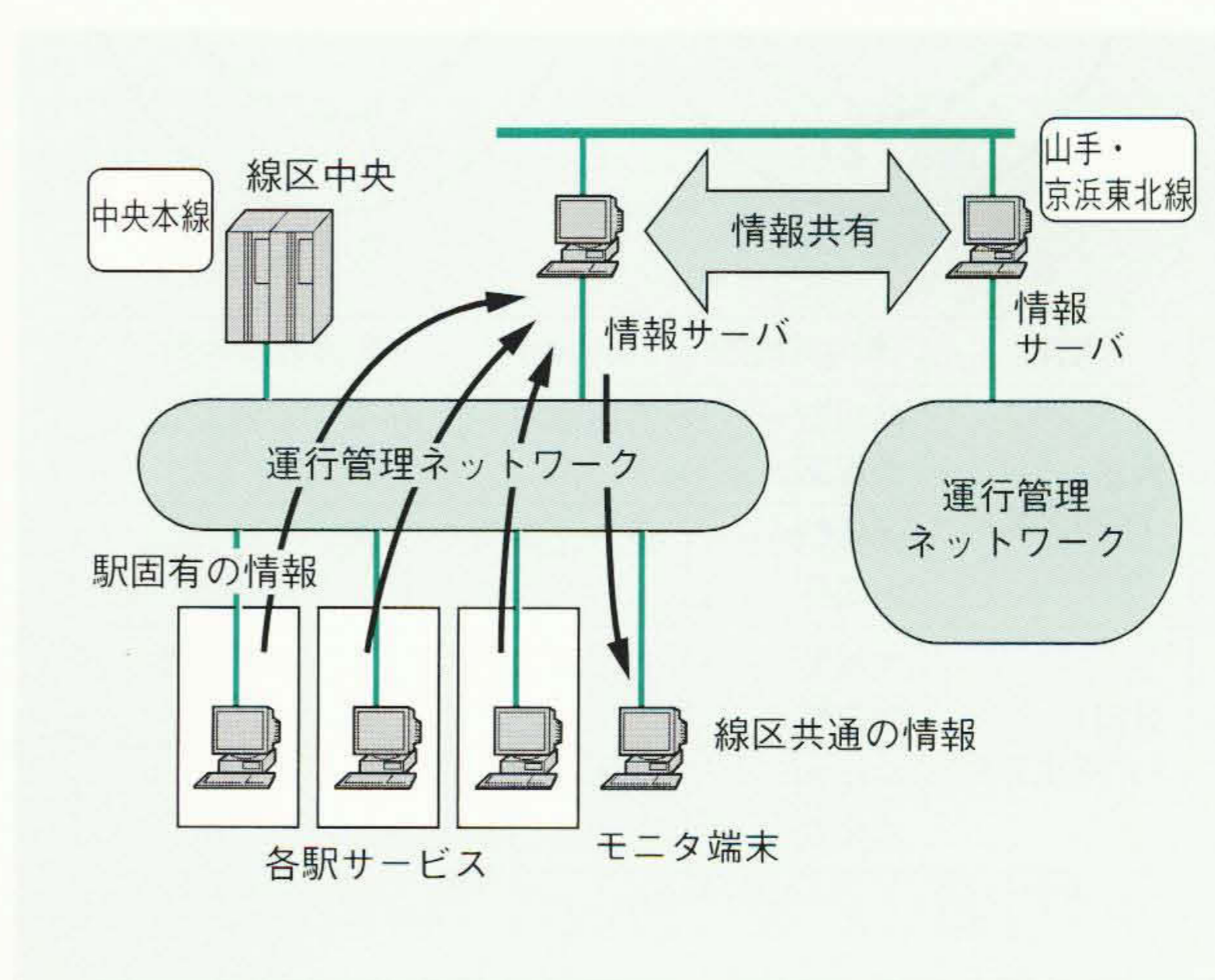


図3 情報サーバ設置による情報サービス

高性能で大容量な情報サーバで全システムの情報を共有化する。

ービスの拠点のハードウェアを小型化しており、処理能力上で制約を受けやすくなる。

この課題は、各サービス拠点が共有性の高いサービス情報を保有しておくのではなく、ネットワークを通して共有化することにより、解決することができる。2号線区導入時に実現したシステム構成を図3に示す。線区中央に高性能で大容量な最新のサーバを設置し、各拠点から提供される情報を収集し、その情報を端末に提供する方式とした。また、複数の線区システムの情報サーバ間を専用のネットワークで接続して、データ交換することにより、全システムでの情報の共有化を図った。

これにより、2号線区の構築に伴ってモニタ端末台数が増えたにもかかわらず、情報サービスの能力と応答性を従来の約2倍に向上することができた。

4.4 環状路線の旅客案内機能

山手線は環状路線のため、周回列車に対しては方面案内(行き先方面の案内)、途中終着列車に対しては行き先案内(行き先駅の案内)を行う必要がある。周回列車の判断は、ダイヤより後運用列車の行き先で判断する方式で実現した。周回運転しないと判断したときの案内内容を図4に示す。また、システム化前は、オフラインで駅ご

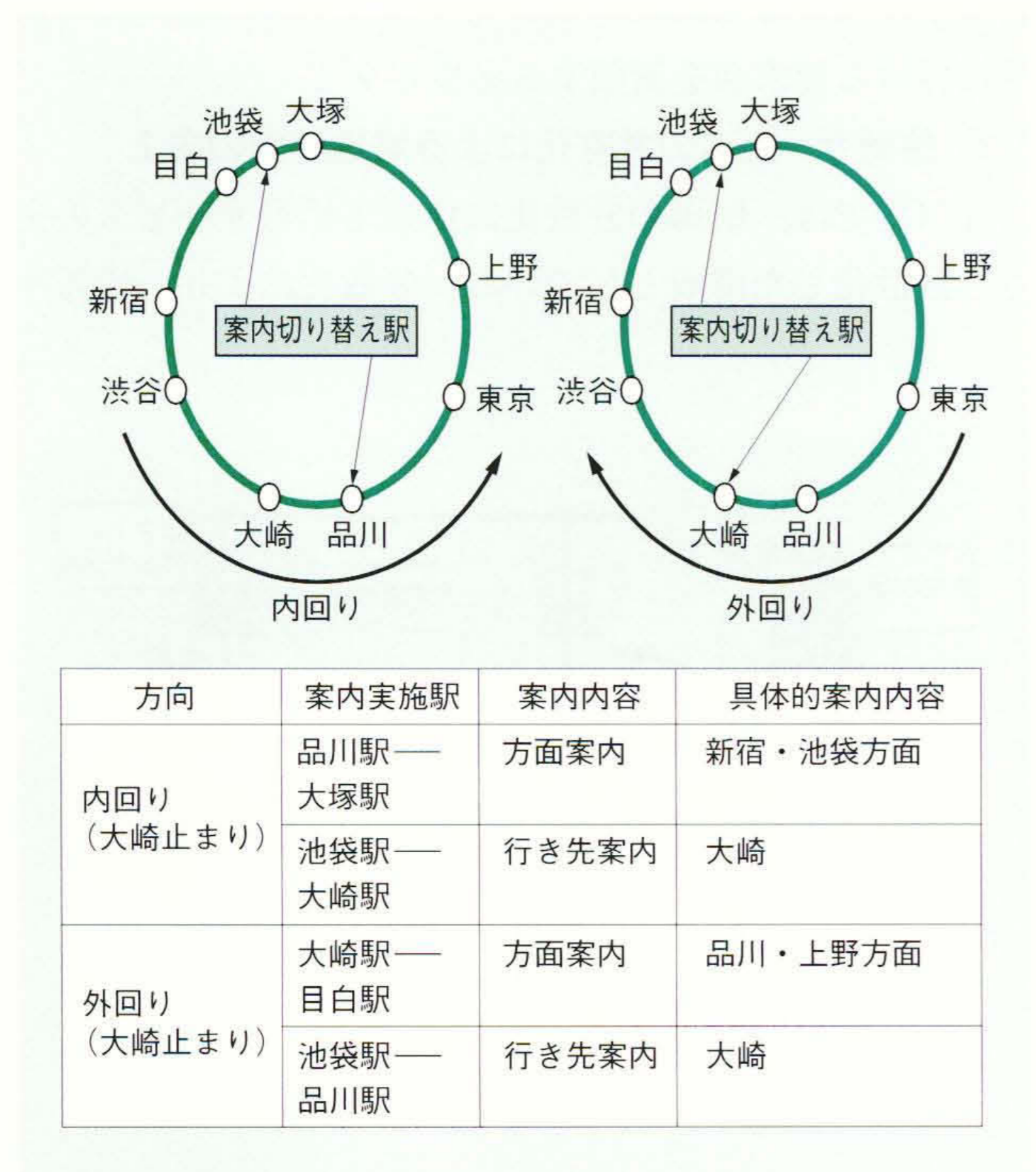


図4 案内駅と案内切り替え駅前後の行き先案内例
山手線の内回り、外回りの列車で連続周回運転しないときの案内内容を示す。

とに旅客ダイヤを管理していたので、急なダイヤ変更では案内が追従しない問題があったが、オンラインで旅客ダイヤをリアルタイムで変更する方式とし、利用客への案内サービスの質的向上を実現した。

5 おわりに

ここでは、超高密度線区である東京圏の線区レベルでの輸送管理システムの段階的構築について述べた。

このシステムは、1999年5月には総武緩行線の千葉まで延伸する予定であり、現在、最終調整を行っている。

今後も、「サービス向上」、「指令業務の効率向上」、「より安全で安定した輸送」について検討を加え、より完成度の高い輸送管理システムの実現を目指し、研究開発を進めていく考えである。

参考文献

1) 北原, 外: 超高密度線区の輸送を支える東京圏輸送管理システム(ATOS), 日立評論, 79, 2, 165~168(平9-2)

執筆者紹介



北原文夫
1970年日本国有鉄道入社, 東日本旅客鉄道株式会社 所属
現在, ATOSプロジェクトで主として鉄道信号, 通信, コンピュータの開発に従事



三和直樹
1983年日立製作所入社, 大みか工場 交通システム設計部 所属
現在, 列車運行管理システムの開発に従事
E-mail: miwa@omika.hitachi.co.jp



小牧 亨
1982年日立製作所入社, 交通事業部 交通システム部 所属
現在, 列車運行管理システムの開発に従事
E-mail: t_komaki@cm.head.hitachi.co.jp



戸次圭介
1984年日立製作所入社, 大みか工場 交通システム設計部 所属
現在, 列車運行管理システムの開発に従事
E-mail: bekki@omika.hitachi.co.jp



浜田正雄
1982年日立テクノエンジニアリング株式会社入社, システム設計部 所属
現在, 旅客案内システムの開発に従事
E-mail: ms-hamada@cm.mito.hitachi.co.jp