

最近の輸送情報技術の研究開発

輸送情報技術研究部

部長 後藤 浩一

1. はじめに

輸送情報技術の研究開発においては、鉄道システムの各種業務を情報通信技術によって改善し、その利便性、サービス、安全性の向上を図ることを目指している。鉄道総研の2005年度から2009年度までの基本計画 RESEARCH 2005 の中心的活動として将来指向課題の推進がある。これは5年から10数年程度の将来に向けた技術の開発を目指すプロジェクトであり、輸送情報技術関連の将来指向課題として、「動的デマンド推定に基づく輸送計画の効率化」、「鉄道における高速大容量情報通信技術の開発」、「設備管理業務へのセンシング技術・ITの適用」の3テーマがある。本発表ではこれらも含め、最近の輸送情報技術の研究開発の概要を紹介する。

2. 情報基盤の構築

鉄道での情報通信技術の活用方向として、現実の輸送空間で起こっている事象を適切に収集・把握し、それらの情報によって現実の状況をできる限り正確に反映した情報基盤を構築することが重要と考える。輸送空間を構成するものには、大きく分けて線路等のインフラ部分、列車等の乗物、旅客や貨物等の輸送されるものの3種類があるが、これらの状況を反映した情報基盤が構築でき、輸送空間の現象が詳細に把握できれば、様々な業務をより適切に遂行し、満足度の高いサービスが提供できるようになる(図1)。現実の事象を完全に反映した情報を得ることは不可能であるが、情報通信技術をはじめとする各種技術の発展によって、より精細で正確な情報を利用可能とすることが期待される。現実の輸送空間を構成する様々な設備や列車、輸送される旅客や貨物等の情報をできるだけ正確に、またリアルタイムに把握し、より安全で高機能の鉄道システムを構築する技術を開発することは重要な研究課題である。

情報基盤に基づく適切な業務の推進、サービスの提供

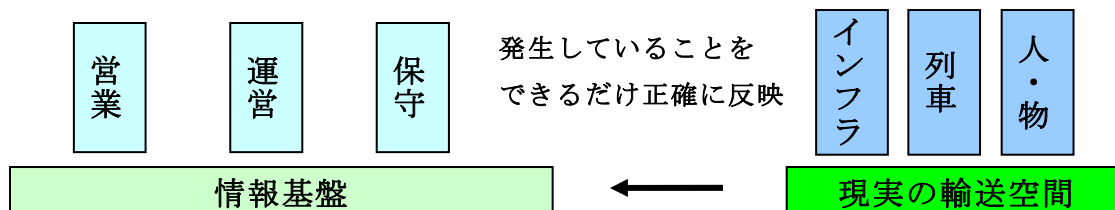


図1 情報基盤の充実とその活用

3. 輸送計画・輸送管理関係の研究

輸送計画・輸送管理は列車を正確にまた効率的に運行するための業務であり、これらに携わる担当者を情報通信技術により支援することは重要な研究課題である。これに関わる将来指向課題として「動的デマンド推定に基づく輸送計画の効率化」がある。本テーマでは、計画ダイヤの作成とダイヤ乱れ時の運転整理案の作成の両方において、利用者のデマンドを的確に把握・予測し、

その結果に基づいて、利用者のデマンドに応じたより利便性が高く効率的な輸送を提供することを目的としている（図2）。詳細なデマンド予測手法として、自動改札機の利用データや予約情報等に基づくデマンドの予測手法、ダイヤ乱れ時の利用者デマンドの予測手法、事故復旧時刻の予測と迂回経路選択に関する研究などを実施している。具体的活用場面としては、動的な利用者予測数に基づく効率的な臨時列車設定手法を開発し、実用的な時間で良質な解が得られることを確認している。

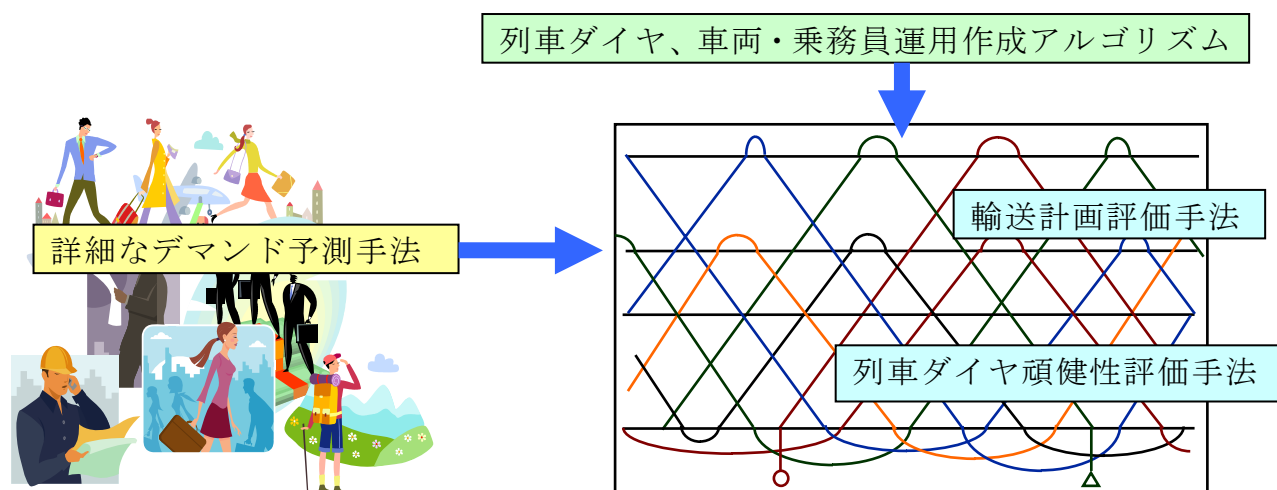


図2 デマンド輸送実現のための手法

どのようなダイヤや輸送計画がより適切かを評価する手法も重要であり、異常時の運転整理ダイヤに対する評価尺度に関する研究において、利用者の観点から評価するための研究を進めている。その際、各種の条件に応じて列車運行や個々の旅客の状況を精細に再現できる列車運行・旅客行動シミュレータを開発して活用しており、発表件名「顧客満足度の観点による列車ダイヤの評価」はその結果を紹介するものである。輸送分野の発表件名としては、他に「乗務員区所の最適配置アルゴリズム」、「乗務員運用が列車ダイヤの頑健性に及ぼす影響の研究」がある。

その他の最近の研究事例として、ダイヤ乱れ時の貨物機関車及び乗務員の運用整理案作成アルゴリズムの開発がある。機関車については検査期限を考慮した運用整理案が作成でき、作成した整理案を関係箇所に迅速に配信するシステムも試作した。また、継続して研究開発を進めているものとして運転曲線図の自動作成システムがある。運転曲線は車両の性能を最大限に生かすダイヤの実現に非常に重要なものであるが、その作成には専門の知識と技量が必要である。これを容易に作成できる自動作成技術の成果は SPEEDY というシステムとして多くの事業者にご利用いただいており、ハイブリッド車両など新技術への対応も含め、さらなる性能向上に努めている。

4. レーザ光を用いた高速大容量通信技術の開発

将来指向課題「鉄道における高速大容量情報通信技術の開発」は、情報通信技術の動向調査・将来予測に基づき、列車内モバイルネットワークの構築に利用可能な技術について検討し、複数の通信システムをシームレスに提供する技術の開発や、利用者がいる場所、状況に応じた情報を的確にやりとりすることに資する技術の実現を目的としている。走行する列車と地上との間で 1Gbps レベルの高速大容量通信を実現する手段として、レーザ光を用いた通信システムに着目し

ており、慶応義塾大学との共同研究によりその基盤技術の確立を目指した開発を進めている。図3に示すように、本システムでは適当な間隔で設置した基地局と車上局との間でレーザー光の送受信を行い、通信装置内のミラーの制御によって列車の動きに合わせて追尾し、車上局は基地局を順次切替える。このとき、アプリケーションシステムから見て通信が途絶えないようにする高速ハンドオーバ技術が重要であり、階層的な通信プロトコルに対応した切手法を開発した。実用上問題ない性能が実現可能かの確認試験を自動車や列車を用いて行っており、既に百数十 km/h 程度の走行速度においては、問題なくハンドオーバができることを確認した。

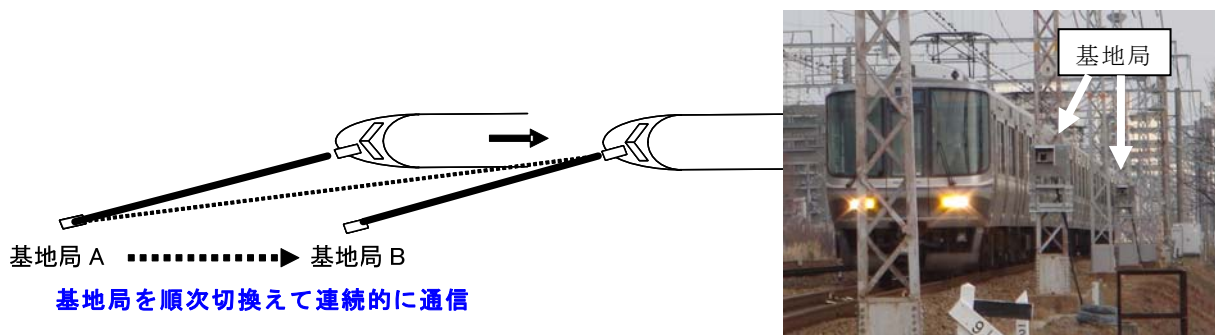


図3 レーザ光による通信システムのイメージと列車での試験の様子

5. 旅客サービス分野の研究開発

旅客サービス分野では、自動改札機で収集可能な通過人数データから特定の駅間を移動する旅客流動を推定する手法を提案し、実データにより検証した。今後はダイヤ乱れ時の運転整理業務に活用可能なリアルタイムな旅客流動の把握・予測手法として発展させたい。また、ダイヤ乱れ時に予測的な情報を旅客に提供する方法について研究を進めており、利用列車の選択時に有用な予測情報等を提供するシステムを開発した。これについては、発表件名「ダイヤ乱れ時における予測情報提供試験」において紹介する。また、地方の中規模路線向けの出改札システムの開発を行っており、地方都市圏における利用者の実態調査を進めて満足すべき要件を整理し、それを実現できるシステムの検討を進めている。さらに、LRT（Light Rail Transit：路面電車）向けの車載改札システムを開発しており、これについては実車による評価試験を行った。

6. 設備管理に関する研究開発

将来指向課題「設備管理業務へのセンシング技術・ITの適用」は、鉄道設備の常時・異常時の様々な挙動を検知する新しい検査・監視技術の実現を目指しているものである。各種設備に適したセンシング技術を開発し、適切に配置されたセンサによって収集される情報の解析・利用方法を確立して鉄道設備の維持管理業務へ適用することにより、設備管理やメンテナンス業務の一層の効率化、品質向上がもたらされ、事故や異常時の対応の際の情報の収集分析・伝達の機能の向上、迅速な復旧処置等が期待される。既に各種鉄道設備の状態を測定する種々のセンサシステムを開発しており、それらから得られるデータを伝送する通信システムを開発した。また、地上に設置されたセンサデータを列車等の移動体はその通過時に収集する実験を行い、伝送性能、データロス率等を計測し、実現可能性を確認した。さらに、センサから得られるデータをGIS（地理情報システム）上に表示する機能およびセンサデータに対する簡易異常判定により警告を発行する機能等も実装した。図4にセンサネットワークによる各種鉄道施設の管理イメージを示す。

またその他の研究活動として、計測したデータの妥当性確認、過去の実績データとの比較、安

全度の判定等を現場で即時に行うことのできる対話型データ計測・記録システムを開発し、遊間計測に適用した。これについては、発表件名「設備保守効率化のための対話型データ計測・記録システム」で紹介する。また、保守区を対象にした勤務計画自動作成システムを開発し、現場担当者によるシステムの試使用によりその有効性を確認した。

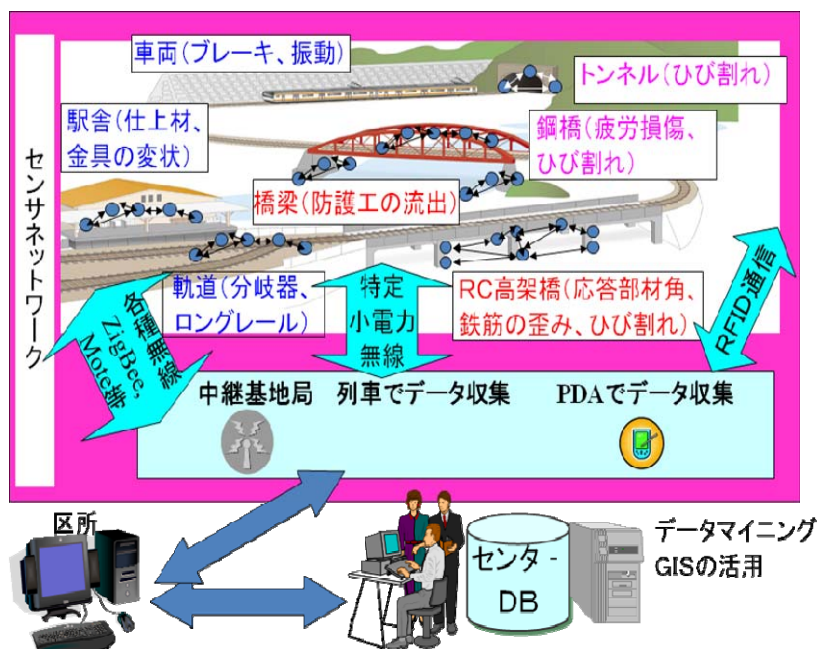


図4 センサネットワークによる各種鉄道施設の管理イメージ

7. 交通計画関係の研究活動

鉄道を中心とする交通需要予測や旅客行動・物流などに関する研究開発を行っている。駅乗降者数の需要予測手法として、改札機で収集された時間帯別ODデータ（駅間旅客数）を用いて大都市圏内各駅の通勤利用特性を分析し、時間帯別ODデータと駅周辺の人口データによる出勤時・帰宅時の各時刻の利用者分布の推定モデルを開発した。また輸送障害事故の規模の評価法として、旅客の迂回か再開まで待つかの選択行動をモデル化し、モデルのパラメータから計算した時間評価値（円／分）と、全旅客が待たされた総影響時間（分）との積（総損失額）による経済損失評価指標を提案した（発表件名「輸送障害に遭遇した旅客の経済損失評価法」）。さらに、幹線交通機関利用旅客の交通機関選択特性把握のため、旅行の実施状況や交通機関に対する嗜好性を問う調査を行い、交通機関に対する嗜好性とその選択に関連する可能性を確認した。貨物輸送関係では、鉄道の価値を定量的に評価するため、鉄道の輸送状況の分析、データベース化を進め、鉄道利用による対トラック物流費用低減効果分析モデル等を開発して、鉄道へのモーダルシフトに伴う物流費用低減効果や二酸化炭素排出削減効果を計測する手法を開発した（発表件名「貨物鉄道による物流費用低減及び環境負荷削減効果の計測手法」）。

8. おわりに

輸送情報技術に関する最近の研究開発についてご紹介した。今後とも急速な進歩を続ける情報通信技術を活用して、鉄道業務及びサービスの一層の向上に貢献できるよう努力していきたい。関係各位のご意見、ご要望をいただければ幸いです。