

輸送情報技術の最近の研究開発

輸送情報技術研究部

部長 後藤 浩一

1. はじめに

輸送情報技術に関する研究開発においては、鉄道事業の各種業務の情報通信技術による改善と利用者の利便性、サービス、安全性の向上を図ることを目指して活動を進めている。鉄道総研では現在 RESEARCH 2005 と呼ぶ基本計画を定め（期間は 2005 年度から 2009 年度までの 5 年間）、それに則って研究開発を進めているが、その一つの中心的な活動として、将来指向課題の推進がある。これは 5 年から 10 数年程度の将来に実用化可能な技術の開発を目指してプロジェクト研究として進めているもので、様々な技術分野の 13 の課題が設定されている。その中で、輸送情報技術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」、「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 つが進行中であり、本発表ではこれら将来指向課題を中心に最近の研究開発の概要を紹介する。

2. 動的デマンド推定に基づく輸送計画の効率化

本将来指向課題では、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。利用者にとっては個々のニーズにより合致したサービスが提供されるというメリットが生じ、事業者にとっては顧客の満足度を保ちつつリソースを効率的に運用した列車運行が可能になることが期待される。図 1 は本課題で研究を進めている、デマンド輸送を実現するための種々の手法を示すものである

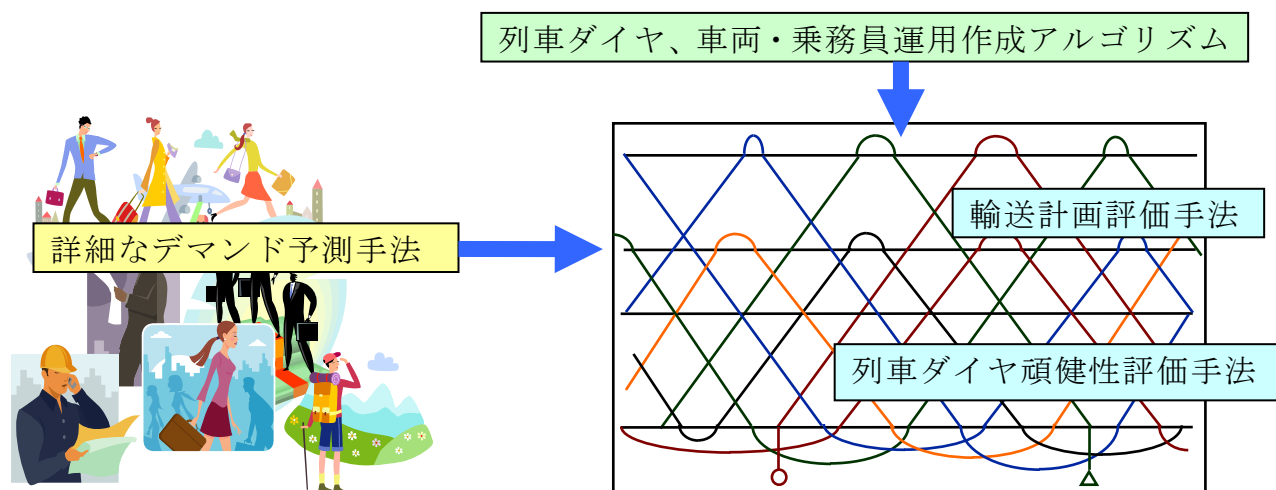


図 1 デマンド輸送実現のための手法

これまでに、詳細なデマンド予測手法として、利用実績におよび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行っており、それらの有効性も確認している。デマンドに対応した輸送計画の

作成手法に関しては、運行計画や車両・乗務員の運用計画の作成作業を数理計画問題として定式化し、解を効率的に求めるアルゴリズムの開発を進め、実際の業務やシステムに組み込むための研究を行っている。今回の発表件名「貨物列車を対象とした機関車・乗務員運用整理案の作成手法」はその応用の一つである。また利用者に提供される商品としての列車ダイヤを評価するために、利用者の立場から見た全体としての満足度評価や、運行乱れに対してダイヤがどの程度の対応能力があるかを利用者の立場で評価する列車ダイヤ頑健性評価手法の研究を行っている。具体的な評価を実施するためには、対象となるダイヤによって旅客の流れがどのようになるかを種々の条件の下で調べることが重要であり、このためのツールとして列車運行・旅客流動シミュレータ（図2）を開発して活用している。今回の発表件名の「ダイヤ乱れ時の旅客流動推定と運転整理案作成アルゴリズム」はその活用例であり、事業者側の作業の困難度も高く利用者が不満をもつことが多い運転整理業務を支援するための研究である。

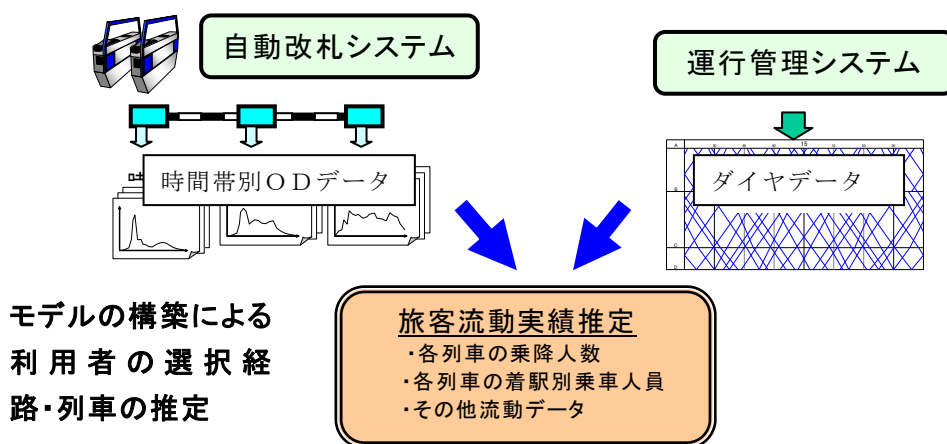


図2 シミュレータによる旅客流動の推定

3. 鉄道における高速大容量情報通信技術の開発

本将来指向課題は、情報通信技術の動向調査・将来予測に基づき、列車内大容量モバイルネットワークの構築に利用可能な技術とその限界を明らかにし、複数の通信システム（公衆網、専用網）をシームレスに提供する技術を開発し、利用者がいる場所、状況に応じた情報をネットワークを介して的確にやりとりできるようにするための基盤技術を確立することを目的としている。

走行する列車と地上との間で高速大容量での通信を実現する手段としては、レーザー光を用いた通信技術に着目し、慶応義塾大学との共同研究により基盤技術の確立を目指して開発を進めている。適当な間隔で設置した地上局と車上局との間でレーザー光の送受信を行い、鏡の制御によってある程度列車を追尾したのち、車上局は次の地上局に通信先を切り替えて通信路を維持する。この場合、アプリケーションシステムから見たときに通信が途絶えないようにする高速ハンドオーバー技術が重要であり、実用上問題ない性能が実現可能を確認する評価試験を行っている。図3はレーザー光による地上一列車間の高速大容量通信の利用イメージを示すものである。

また、本課題では鉄道車両を通信媒体として使用する研究も行っている。閑散線区等の通信や電力の環境があまりよくないところに置かれた機器からの情報を取得する手段として、その機器が設置された場所を通過する車両が情報を収集し、通信環境がよいところでの走行時または車両基地に戻った時点で蓄積した情報を送信するものである。これも試作システムを作成し、その技

術的可能性や経済性の検証のための試験を行っている。この技術は次章で述べるメンテナンスに関わる情報の収集手段としても活用できると思われる。

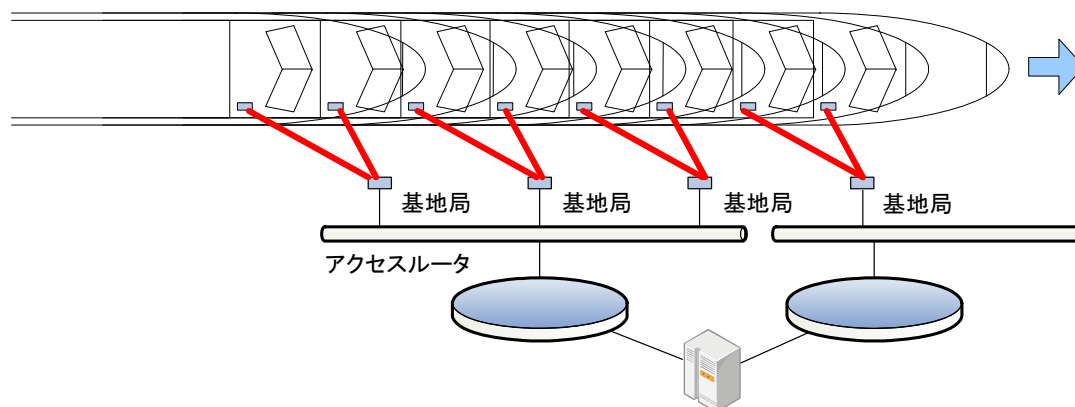


図3 地上-列車間の光通信システムの利用イメージ

4. 設備管理業務へのセンシング技術・ITの適用

本将来指向課題は、鉄道設備の常時、および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。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。

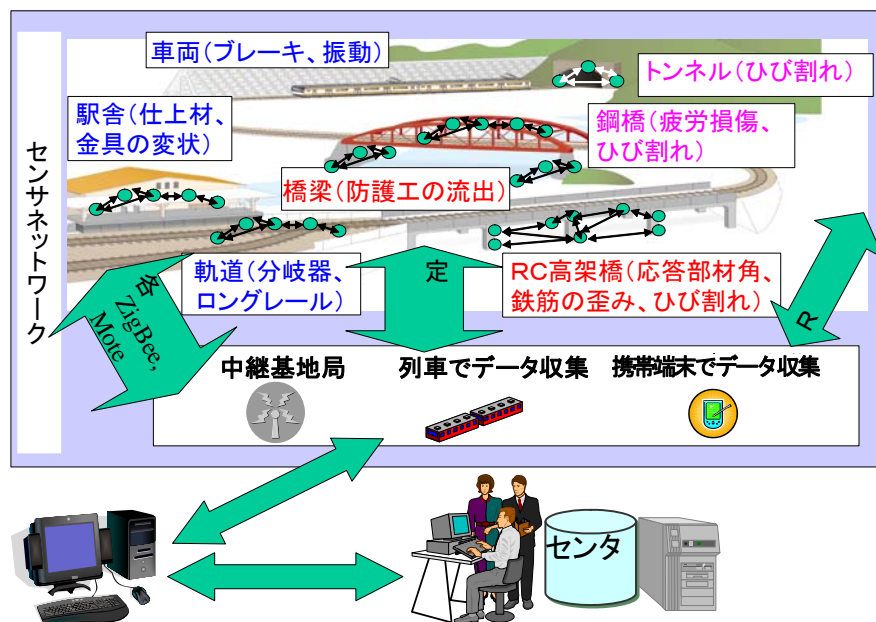


図4 センサネットワークによる各種鉄道施設の管理イメージ

本課題には、鉄道総研内の車両、構造物、軌道、防災、信号、情報通信技術など多様な技術分野の研究者が参加し、それぞれの技術分野で専門とする設備に対応した各種のセンサやモニタリング技術の開発を進めている（図4参照）。情報通信技術関係では、それらセンサをネットワーク

として構成するための通信技術（RFID タグのインタフェースを用いた情報収集、無線による通信網の構築等）やデータの蓄積や解析手法に関する研究を主として行うとともに、将来の実用化に向けた共通プラットフォーム、統合的なシステムの構築に向けた研究を行っている。

5. その他の研究開発

(1) 旅客サービスに関する研究

鉄道の利用者に対する情報提供については、より見やすく分かりやすい情報提供装置の配置やパソコン、携帯電話等とインターネットを利用した情報提供の普及などで、年々改善されている。しかし、利用者のニーズが高いダイヤ乱れ時や終電間際等の通常の利用とは異なる状況での情報提供についてはまだ改良すべき点が多いものと思われ、この点についての研究も進めている。

路線不通時に利用者が最も知りたいことは、いつ再開されるか、迂回経路はあるか等の情報である。再開予想時間は、ある程度の誤差を許せば過去のデータの分析等により推定ができる。再開予想時間と再開後の運行遅れの変化状況を表すモデルを用いて所要時間を推定する手法を開発した。この手法の有効性と誤差を伴う情報提供の受容性を評価するため、実際のダイヤ乱れを対象とした試験を行ったところ、そのような情報提供の意義が確認されている。また今回の発表件名の一つ「終電時間帯における旅客案内業務支援システム」もこの関係の研究例である。

(2) 運転曲線の自動作成に関する研究

運転曲線は車両の性能を最大限に生かした列車ダイヤを作成するために非常に重要なものである。その作成には専門の知識と技量が必要であるが、より容易に作成できるよう自動作成の研究を進め、その成果は 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いる。今回の件名では「シリーズハイブリッド車両に対応した運転曲線作成システムの開発」がある。

(3) 設備管理業務に関する研究

将来指向課題で説明したもの以外にも、設備管理業務に関する研究として、台帳から図面を自動生成して設備を管理するシステム、モバイルインターネットの活用手法、保守データを活用するためのデータマイニング技術の研究などがあり、今回の発表件名では「保守区向け勤務計画自動作成システムの開発」を紹介している。

(4) 需要動向分析

鉄道総研では、交通計画関係の研究にも力を入れており需要予測、交通行動分析、輸送データの活用法、顧客満足度の評価、異常時の現象のシミュレーション、地方鉄道活性化等様々な応用に関わる活動を行っている。今回の発表件名では、「日常生活圏内における新幹線需要予測モデルの開発」がその例である。旅客輸送関連のその他の研究事例としては、優等列車の指定席・自由席の座席配分の最適化、ダイヤ乱れ時の旅客の経済損失評価法などの研究がある。貨物輸送関係では、トラック輸送との関連を主に、幹線貨物鉄道が社会経済に及ぼす影響を評価している。環境問題の深刻化に伴って、物流における鉄道輸送の重要性が一層認識されるようになっており、鉄道利用物流の改善に貢献できる成果を目指すものである。

6. おわりに

輸送情報技術に関係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ある。