

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。特に、鉄道総研が提唱したサイバーレール概念を具体的な技術として実現することを重要課題と考え、現在、「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つの大きな研究テーマに取り組んでいる。本発表ではこれらを中心に最近の研究開発の概要を発表する。

2. サイバーレール

鉄道総研では情報通信技術を一層活用する鉄道の将来像としてサイバーレールという概念を提唱している。サイバーレールの考え方の一つの表現を図1に示す。

情報基盤に基づいた適切な業務の
推進、サービスの提供

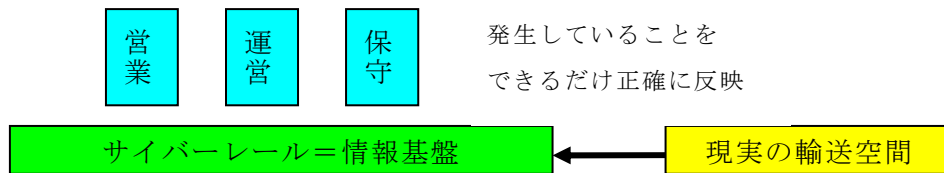


図1 サイバーレールの基本的考え方

サイバーレールの主たる目的は、現実の輸送空間で起こっている事象を種々の技術を用いて適切に収集・把握し、それらの情報によって構築される情報基盤（サイバー空間）が、現実の状況をできる限り正確に反映するようにしようというものである。現実の輸送空間を構成するものとしては、大きく分けると線路等のインフラ部分、そこを運行する列車・バス等の乗物、そして旅客や貨物等の運ばれる側の3種類がある。情報基盤を参照することにより、その時点の現実の輸送空間に起こっていることが把握できれば、鉄道の様々な業務（図1では単純化して営業、運営、保守にまとめている）をより適切に推進し、利用者により高度なサービスを提供することができる。現実を忠実に反映する情報基盤を構築することは容易なこととは言えないが、近年の情報通信技術を初めとする各種技術の発展によって、ある程度可能となる状況が出てきている。鉄道総研におけるサイバーレールに関する具体的研究は、まず旅客サービスをより高度にするという課題から進められたが、現実の輸送空間を構成する他の要素、すなわち地上設備や列車等の情報を、よりリアルタイムに、より正確に知ることは今後の鉄道技術にとって非常に重要である。

3. 将来指向課題

鉄道総研では、将来に向けた鉄道技術を開発するためのプロジェクトとして、将来指向課題を

設定して研究活動を行っている。輸送情報技術の分野では、以下の3つの将来指向課題があり、これらはサイバーレールの概念を具体的な研究活動により実体化するための技術を開発するものとして位置づけられる。以下にそれらの概要を紹介する。

3. 1 動的デマンド推定に基づく輸送計画の効率化

(1) 研究の概要

従来の鉄道及び交通機関は、事業者側の運営上の制約、都合を第一義的に優先して決められていた傾向が強い。本研究では、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、利用者の個々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効率的な輸送を提供することを目的としている。これにより、利用者にとっては、個々のニーズに合致した最適な輸送が提供されるというメリットが生じる。また事業者にとっては、顧客の満足度を保ちつつリソースを効率的に運用した輸送を提供することが可能になる。

(2) 成果等

今回の発表件名の「運転再開時の旅客数予測手法の開発」、「列車ダイヤの頑健性評価手法の開発」は本研究に関連するものである。また、デマンドの把握にあたっては、近年普及の著しい自動改札システムの通過データの活用手法を研究している。

3. 2 鉄道における高速大容量情報通信技術の開発

(1) 研究の概要

次世代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、利用者がそれぞれの場所、場所、状況に応じた情報をネットワーク上のデータベースから的確に取得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。

(2) 新しい通信手段の開発

今後可能性のある新しい通信手段として、地上から列車にまずデータを送信し、列車が車両基地あるいは最終送信先への通信が可能な場所に至った時点で、データを受け渡すという列車を媒介とした通信方法を開発している。これは比較的通信メディアの普及が進んでいないところにおいて有効となる可能性がある。また、高速で走行する列車と地上の間で大容量での通信を実現する手段として、レーザー光を用いた通信技術を慶応大学との共同研究により開発を進めている。図2はその概念を示すものである。

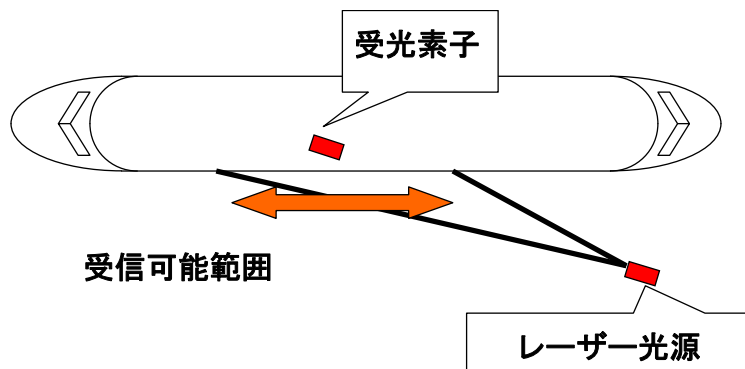


図2 レーザ光による地上ー列車間の通信

3. 3 設備管理業務へのセンシング技術・ITの適用

(1) 研究の概要

鉄道設備の常時、および異常時の様々な挙動を自己検知する新しい検査・監視技術を目指し、このために必要となるセンシング技術を調査し、鉄道設備の維持管理業務への適用を図ることを目的としている。また、これらによって収集される情報の解析・利用方法を研究している。本研究により、以下の効果が期待できる。

- ①設備管理・保守業務の品質向上
- ②鉄道現場の省力化、3K業務軽減
- ③設備保守・取替時期の適正化（最適化）を図ることによる設備保守管理コストの軽減
- ④事故・異常時対応の際の、情報収集分析、情報提供による、迅速な復旧処置支援
- ⑤失われつつある、経験者や現場独特の技術力・ノウハウのシステム化（体系化・電子化・蓄積）

(2) 現在の活動状況

本研究には、鉄道総研内の車両構造技術研究部、車両制御技術研究部、構造物技術研究部、軌道技術研究部、防災技術研究部、信号通信技術研究部、輸送情報技術研究部に所属する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。情報通信技術関係では、主として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。図3に構造物でのセンサネットワークの利用イメージを示す。

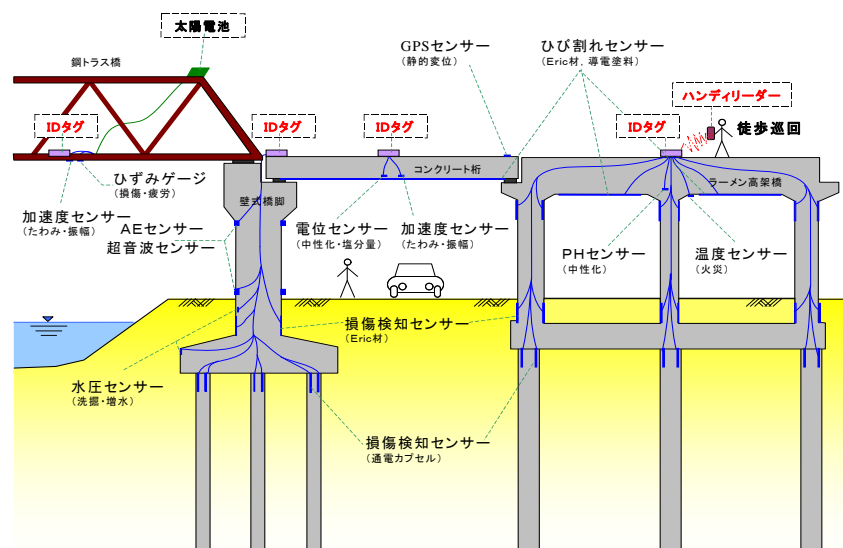


図3 センサネットワークによる構造物のモニタリング

4. 旅客への迂回経路案内

何らかのトラブルである線区が不通になったとき、利用者が最も知りたいことは運転がいつ再開されるのか、再開までの時間が長ければ迂回する経路はあるか、あるとすればどの経路か等の情報である。運転再開の見込み時間を正確に与えることは困難であるが、ある程度の誤差を許容

すれば統計的な推定ができる。鉄道総研では過去の人身事故時のデータを用いて運転再開までの時間を推定する手法を開発した。普通区間における旅客の目的駅までの所要時間は再開を待つ時間と遅れを伴う運行時間（これは時間の経過に従い変化する）の合計値であり、再開までの予想時間と再開後の遅れの変化を過去の事例から線区毎にパラメータとして表現するモデルを用いて予想所要時間を計算するというものである。

この推定手法の有効性と誤差を伴う情報提供についての受容性を評価するために、JR 東日本殿とともに、実際に発生したダイヤ乱れ時に利用者に対して予想所要情報を提供する実験を行った。予め登録されたモニタは試験期間中にダイヤ乱れに遭遇すると、携帯電話を使って通常経路と迂回経路の予想所要時間の案内を受け、その後の行動を決定する。モニタには情報提供を受けてどうしたか、その情報の有用性はどうであったかについて事後に回答してもらった。事例としてはのべ455件あった。図4はこのような情報提供の有用性についての評価結果である。全体的な評価としては、ある程度誤りを含むものであっても、情報を提供することの意義が確認されたと考える。

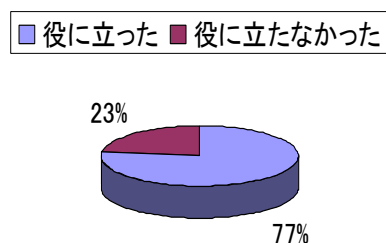


図4 有用性の評価結果

5. その他の研究開発

上記及び今回の発表会の件名以外に、下記のような研究開発活動も行っている。

(1) LRT (Light Rail Transit) に関する研究

鉄道総研では、LRT技術検討会を組織し、架線レスタラムを中心に新しいLRTの実現に向けた活動を行っている。本発表会の件名「車載式自動改札機を活用した閑散線区向け出改札システム」はそれに関連する研究である。またそれ以外にも、「だんご運転」と呼ばれる道路の混雑や旅客が集中する停留所に影響で、電車の運行に粗密が生じる現象について、運行シミュレータを用いて原因と対策の検討を行っている。

(2) 交通計画分野の研究

鉄道総研では、数年前より交通計画関係の研究にも力を入れてきており需要予測、交通行動分析、輸送データ活用法、顧客満足度、異常時シミュレーション、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。具体的成果としては、優等列車の指定席・自由席の座席配分の最適化、新幹線開業が日常生活圏内の交通に及ぼす影響、自動改札機の通過データを用いた詳細な需要予測などがある。

(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、勤務計画自動割当システムの研究などを行っている。

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。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。