

## 突風・浸水予測を用いた列車停止及び避難誘導アルゴリズム

尾崎尚也 渡邊拓也 深澤紀子

局所的な短時間強雨が近年増加傾向となっています。また、そのような気象状況に伴い、竜巻等の突風も増加することが懸念され、急激な気象の変化による線路の浸水や列車の転覆による被害を受ける可能性が高まっています。

そこで、降雨予測を用いた突風・浸水の予測結果を活用し、これらに遭遇する前にどの列車をどこに停止させればよいか、場合によってはどこに旅客を避難させればよいかを決定するアルゴリズムを開発しました。列車停止アルゴリズムでは、できるだけ駅で停止することや、運行再開時の列車間隔を保つことなどを考慮しています。避難誘導アルゴリズムは、避難中に浸水予測が変わることも考慮しています。また、

突風・浸水の予測が発生した際に列車停止位置と避難場所を表示するプロトタイプシステム(図)を作成しました。

なお、本研究は内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)による研究が一部含まれます。



図 浸水向け列車停止位置・避難場所決定支援プロトタイプシステム画面

## 優等列車の同一都市圏内利用に関する駅勢圏の特性分析

渡邊拓也 松本涼佑 深澤紀子

新幹線や特急列車などの優等列車には、同じ都市圏内(同一県内の短距離区間など)を、通勤・買い物等の目的で日常的に利用する旅客がいます。ただし既存の需要予測手法では、それらの旅客の長期的な需要を予測することが出来ませんでした。

そこで、優等列車の同一都市圏内利用に関する、駅勢圏を単位とする新たな需要予測手法(幹線鉄道版駅勢圏法: 図)の開発を目指して、①同一都市圏内移動における交通機関の利用動向、②優等列車のサービス水準の違いによる交通機関選択の変化、③地理的要因が交通機関選択に及ぼす影響を調査するアンケート調査を実施しました。

その結果、移動の主たる交通機関のサービス水準だけでなく、駅までのアクセス交通等のサービス水準や、移動経路上の経由地の地理的な位置関係などが、交通機関の選択に影響を及ぼしていることなどが明らかになり、駅勢圏モデル構築に活用できる需要特性を得ました。

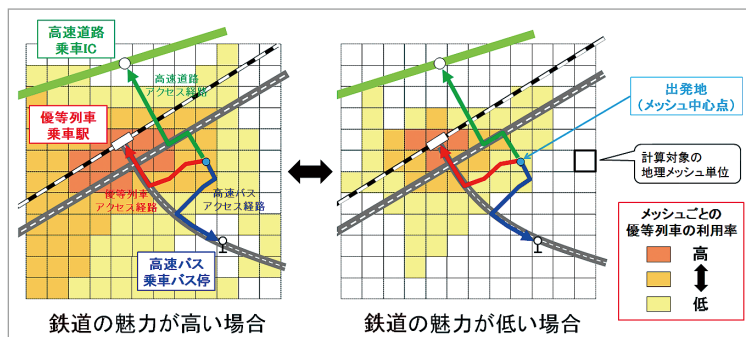


図 幹線鉄道版駅勢圏法のイメージ

## 幹線鉄道の輸送計画策定支援に向けた旅客需要波動の予測手法

松本涼佑 奥田大樹 深澤紀子

質の高い幹線鉄道の輸送計画を策定するためには、日々変化する旅客需要波動を、過去のデータに基づいて高い精度で予測する必要があります。一方で、それらの波動は、様々な旅客の需要波動によって構成され、また暦配列等の様々な要因が複雑に絡み合うことによって変動するため、予測することは簡単ではありません。したがって、それらを予測するためには、それらの波動をいくつかの独立した波動に分解し、それぞれについて予測を行うことが望ましいといえます。

独立成分分析(ICA)は複数の未知の波動が混合した波動を、いくつかの独立した波動に分離する手法です。本研究では、旅客需要波動の実績データに独立成分分析を適用す

ることによって、いくつかの基礎的な波動と、各基礎的な波動にかかる日付別の重みを抽出しました。そして、それらに暦配列情

報を組み合わせて、将来のある1日における旅客需要波動を予測する手法を構築しました。

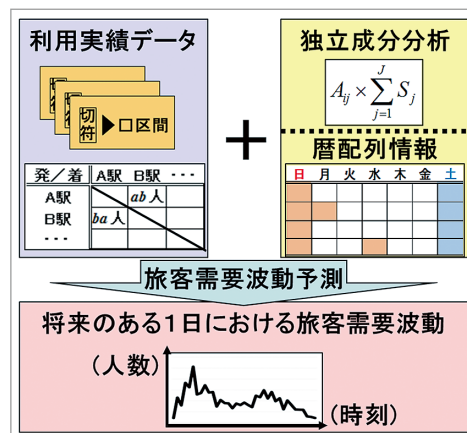


図 旅客需要波動の予測手法

### 地域および貨物品類の特徴に応じた貨物輸送評価モデルの構築

厲国権

貨物輸送市場においては、輸送手段の選択に対して多くの内部・外部要素が複雑に関係していますが、基本的には、荷主企業が自社の商品輸送ニーズに応じて輸送手段や輸送計画案を対比・評価することによって意思決定を行います。そのため、意思決定する際には商品出荷の所在地域や貨物品類による商慣習の影響が存在すると考えられます。

本研究では、これまでの貨物交通の評価に関する研究開発を基に、WEBアンケート調査で取得した荷主企業の物流担当者・経験者の意識判断データを用いて、地域別・品類別に細分類し、各種評価モデルの構築における各指標項目の総合評価重みを計算し、地域別・品類別の貨物輸送評価モデルについて検討を行いました。その結果、地域や品

類によって貨物輸送の評価に差異が存在することが判明し、貨物輸送の状況に応じる系列評価モデルを構築する必要性があることがわかりました。

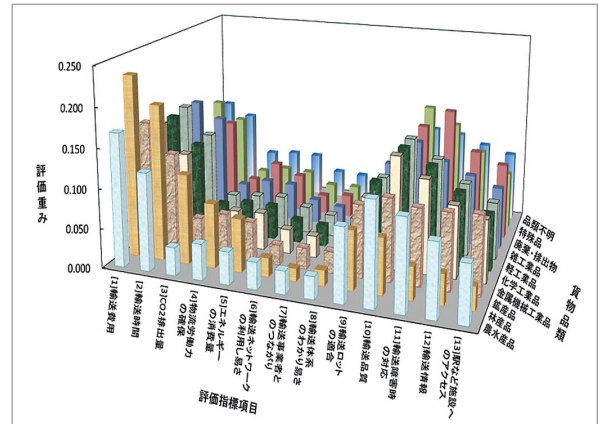


図 品類別輸送評価モデルの各指標項目に対する総合評価重みの例

### ニューラルネットワークによる列車運行予測手法

辰井大祐 中挾晃介 國松武俊

列車に遅延が生じた際、指令員は、経験をもとに、少し先の列車運行状況を予測しながら運転整理をしています。そのため、状況を見誤ると遅延の拡大を招く可能性があります。これまでも、列車の運行状況を予測する手法が検討されていますが、運休が発生するような大規模遅延時だけでなく、列車順序の変更がないような小規模遅延時でも列車運行を精緻に予測する手法は確立されていません。そこで、将来的には大規模なダイヤ乱れ時にも対応できるようにすることを念頭に、第一段階として、突発的なトラブルがない数分程度の遅延時を対象に、ニューラルネットワークを用いて、短時間先の列車遅延と乗車率を予測する手法を開発しました。開発

した手法により、複数の路線と直通運転を行っている大都市圏の通勤路線の朝ラッシュ時間帯を対象に、列車遅延と乗車率を予測した結果、遅延については、80%以上の予測結果の誤差が30秒以内であることを確認しました。

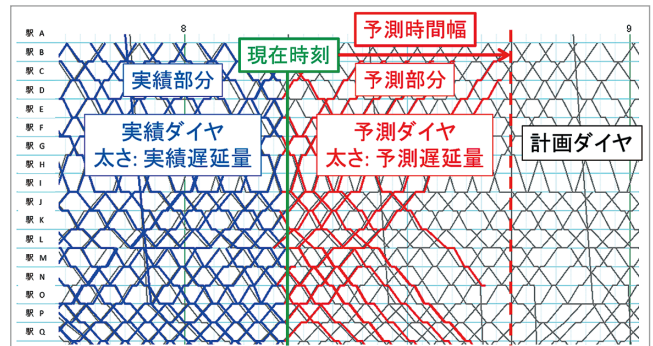


図 ダイヤ予測プログラムの画面例

### 移動閉そく方式に対応した列車運行シミュレータの開発

國松武俊 寺澤孝彦 武内陽子 辰井大祐

近年、「移動閉そく」と呼ばれる、閉そく区間を固定せず、列車間隔を制御することで安全を確保する列車制御方式が実用化されつつあります。移動閉そくの導入には、無線式列車制御システムの導入等、多額の投資が必要となるため、列車間隔の短縮や遅延の早期回復といったメリットを、事前に定量的に評価するのが望ましいです。本研究では、列車運行・旅客行動シミュレータを機能向上し、移動閉そくに対応させることで、移動閉そく導入時の列車運行と旅客流動を、詳細に推定可能としました。本シミュレータは、移動閉そく下においても、通勤路線の終日のダイヤに対して約30分と、実用的な計算時間で計算が可能です。開発したシミュレータ

を使用し、通勤路線の朝ラッシュ時間帯において、ある列車がトラブルにより約10分間、支障した場合を想定し、現行の固定閉そくから移動閉そくへの変更の効果を試算しました。その結果、移動閉そくへの変更により、遅延がより早期に回復し、旅客1人あたりの不効用値で約30秒の利便性改善効果があるなど、移動閉そくの導入効果を定量的に評価可能なことを確認しました。

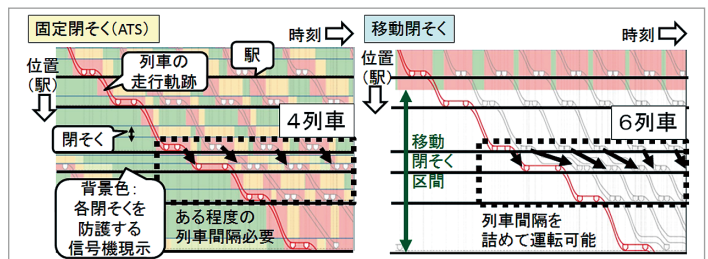


図 列車運行状況推定結果の比較 (固定閉そくと移動閉そく)

## 運転操縦方法の選択による列車運行エネルギーの最小化

武内陽子 佐藤圭介

近年、消費エネルギー削減に対するニーズが高まっており、列車運行エネルギーの総和を最小化する手法の構築を最終目的とした研究に取り組んでいます。

その最初のステップとして、本研究では、電力貯蔵装置の充放電時の損失を考慮し、列車ダイヤを遵守するという前提のもとで、各列車の出発から次の停車駅までの運転操縦方法を選択して、列車運行エネルギーの総和を最小化することを目標としました。そのため、列車運行エネルギーの総和を最小化の問題として、数式を用いたモデル化を行いました。また、停車駅間ごとに、ある1つの基準となる運転操縦方法を選択可能なモデルへと拡張しました。

拡張したモデルを用いたケーススタディを行い、ブレーキのかけ方を変えて作成した複数の運転操縦方法に対して、列車運行エネルギーの総和を最小化するブレーキノッチの設定を求めました。モデルから求めたブレーキノッチに基づいた運転と、同一ブレーキノッチでの運転とを比較した結果、約3~5%の省エネ効果があることを確認しました(図)。

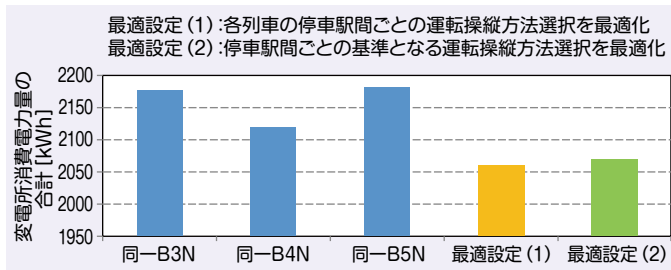


図 省エネ効果の試算例

## 複数の観点による運転方法の比較評価方法の構築

熊澤一将 武内陽子

列車ダイヤを作成する上で、駅間の運転時分と運転時隔は重要な基礎データとなります。一方で、列車の運転方法は運転時隔だけでなく、消費エネルギー量や列車遅延など複数の観点で評価する必要があります。そこで、本研究では、自動閉そく区間において運転時隔を短縮可能な運転方法として「運転時隔優先」を提案しました。さらに、運転曲線作成システムによる運転時分や運転時隔、消費エネルギー量、ノッチ切換え回数の算出と、列車運行シミュレータを活用した列車遅延の算出といった複数の観点により運転方法を比較評価する方法を構築しました。

実際の路線データを対象として、消費エネルギー量を低減させた「省エネ優先」、運転時分が最小となる「運転時分優先」、本研究で提案した「運転時隔優先」の各運転方法の特徴を構築した評価法に基づいて定量的に評価し、「運転時隔優先」の適用により運転時隔の短縮や列車遅延の低減が見込めることを確認しました。

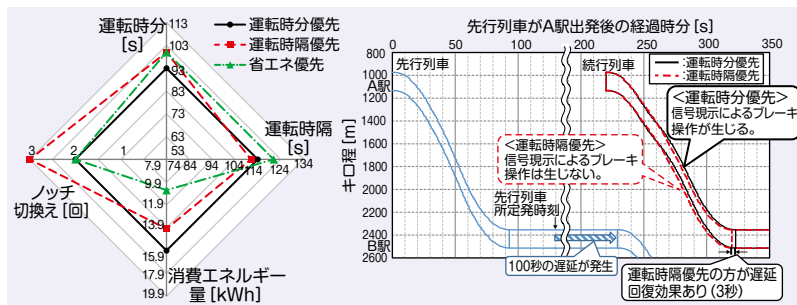


図 複数の観点による運転方法の比較例