

交通結節点における移動円滑化



平栗 滋人
Shigeto Hiraguri

信号・情報技術研究部 部長
[専門分野] 鉄道信号, 安全性技術

列車や他の交通機関との乗り継ぎが行われる結節点である駅での移動円滑化は、鉄道の利便性向上と利用拡大、さらには環境負荷の低減に寄与することが期待されます。また、駅と駅を結ぶ経路上を移動する際の利便性が高いことも、移動円滑化のために重要です。このための交通ネットワークの整備、駅設備改良の方針決定や、大規模災害などの異常時も含む輸送計画の策定を支援する評価手法を開発しました。

はじめに

鉄道を利用する際、駅での乗り継ぎが発生する場合が多くあるほか、航空機やバスなど、他の交通機関との接続もあります。このような交通結節点での移動の円滑化を図るため、駅の旅客分布を把握する手法、鉄道ネットワークにおけるボトルネック箇所の抽出や駅における移動のしやすさを評価する手法を開発しました。また、鉄道ネットワーク全体の視点から輸送計画を多様な視点から評価する手法、および貨物輸送の評価手法を開発しました。

鉄道ネットワークの移動円滑化の評価

結節点として交通ネットワーク上の駅に着目し、そこでの移動円滑性を評価する手法を開発しました。具体的には、鉄道のネットワークを「都市間」、「都市内」、「駅とその周辺」の3つの階層でとらえて評価し

ます(図1)。

都市間については、全国の旅客流動実績データなどを入力とし、評価指標に設定した利用者の利便性(消費者余剰(参考))と環境負荷(CO₂排出量)を改善するような、理想的な交通ネットワークを多目的遺伝的アルゴリズムを用いて導き出します(図2)。この手法では、それぞれの指標をどの程度重視するかに応じて、複数の最適解

が計算されるので、その中から分析目的に合った解を選択します。もちろん、異なる解に対応するネットワークを比較することもできます。得られたネットワークを現状と比較し、後者の利用者数が前者を大きく下回る駅をボトルネックとして抽出します。この手法は、新線の開業や災害時の路線の長期運休、人口減少など社会情勢の変化などを想定した最適ネットワークの検討や旅客

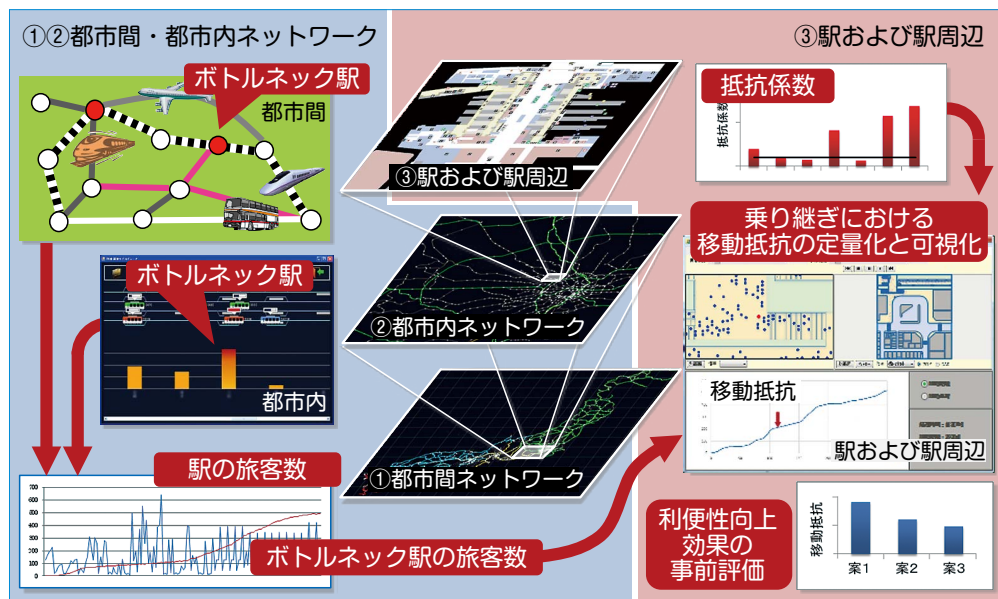


図1 鉄道ネットワークの移動円滑性評価

数の推定などへの活用も可能です。

都市内については、急行や快速など1路線にいくつかの種別の列車を運行している場合が多くあります。移動円滑性を評価するためには、これを踏まえて旅客の列車選択行動を推定し、列車の乗車率や、駅における旅客滞留数を推定することが重要です。そこで、このような列車選択行動を表す数理モデルを作成し、これに列車ダイヤ、時間帯別ODデータ（発着地間の交通量）を組み合わせ、旅客滞留数が多く見込まれる駅をボトルネックとして抽出します。

ここまで述べた都市間、あるいは都市内の評価の結果、抽出されたボトルネックとなる駅を対象としてバスなど他の交通機関との乗り継ぎ利便性を評価します。そのために、旅客の移動抵抗を定量的に評価する手法を提案しました。具体的には、歩道を1秒間歩行したときの抵抗感を1としたときの、階段やエスカレーターの利用、横断歩道の歩行などの要素に対して定めた抵抗係数を使用して累積することで算出します。この結果を可視化するために駅構内旅客流動シミュレーション¹⁾を活用した移動抵抗計算ツールを開発しました。これによって、移動抵抗を低減するために改良が必要な箇所の抽出や、改良策の評価を定量的に行うことができます。

移動円滑化のための輸送計画の評価

鉄道による移動の円滑性向上のため

消費者余剰

利便性の向上を貨幣価値に換算した指標のことで、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル」（2012年 国土交通省鉄道局）でも、これを使用した評価方法が述べられています。

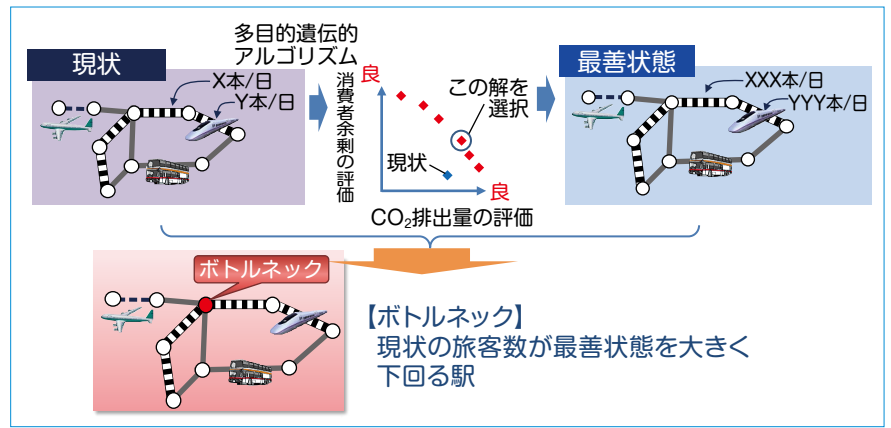


図2 都市間鉄道ネットワークの評価

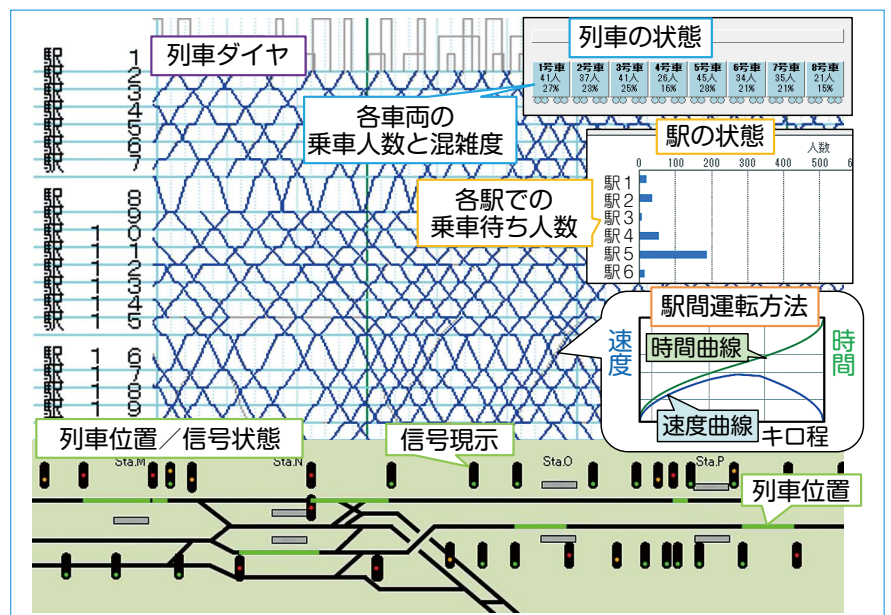


図3 多様な角度からの輸送計画の評価

には、駅に着目した検討や評価に加えて、駅と駅を結ぶ輸送計画自体が利便性の高いものであることが必要です。このような輸送計画を策定するためには、多数の旅客行動や列車の動きを推定する必要があるため、シミュレーションによる評価手法を提案しました。これまで、路線上の旅客流動を考慮した列車運行計画の評価のために、「列車運行・旅客行動シミュレータ」²⁾を開発し、活用しています。しかし、従来のシミュレーターでは、駅間の列車走行については、高密度線区でのラッシュ時などに見られるような、減速や

途中での一旦停止などの詳細な運転状況は再現できませんでした。そこで、信号設備の条件や、車両性能を考慮した上で、運転曲線レベルで列車走行を精緻に再現できる機能を追加する形でシミュレーターを開発しました。これによって、所要時間や遅れ時間など旅客の視点、消費エネルギーなど社会に対する影響、列車本数や走行キロ数など経営上の視点といった様々な角度から輸送計画を評価できるようになりました(図3)。

先にも触れましたが、列車間の乗り換えがある都市部の駅では、駅構内に

多くの旅客が発生し、混雑する場合があります。駅の構造とは別の視点、具体的には輸送計画の視点から、駅の混雑回避の方策を検討する手法を開発しました。例えば、ある駅で交差する路線間の列車の着発時刻が近いダイヤと、3分ずらした場合のダイヤを比較すると、前者では、遅れが発生した場合、旅客が階段付近を占有する時間は遅れがないときの2.3倍になります。一方、後者では占有時間自体は長くなりますが、遅れがないときに対する増加は1.6倍と小さくなっています。どちらを優先して評価するかは、鉄道会社や路線によって異なると思われませんが、このようにダイヤによる移動円滑性への影響を定量的に評価することができます(図4)。

一方、大規模な災害などによって長時間にわたり列車運行が停止した場合を対象として、運行再開の方針を評価する手法を提案しています。運行再開の計画案と駅の入場規制案、および旅客の移動に関するデータを入力として、駅での待ち時間や移動の状況を計算し、輸送量と駅での滞留旅客数を得ます。ここで、駅での滞留数が多すぎる場合には、旅客が列車から降りられない状況を再現し、列車運行を停止することを模倣します。これによって、例えば入場規制の実施によって運行停止を回避できる効果を確認することができます(図5)。この手法については、実用に向けて、入力するデータの与え方、想定するシナリオの考え方の整理などに取り組む予定です。

なお、これらの研究開発は国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

貨物交通の評価

貨物輸送全体の効率化や環境負荷の低減に対して、鉄道に期待される役割

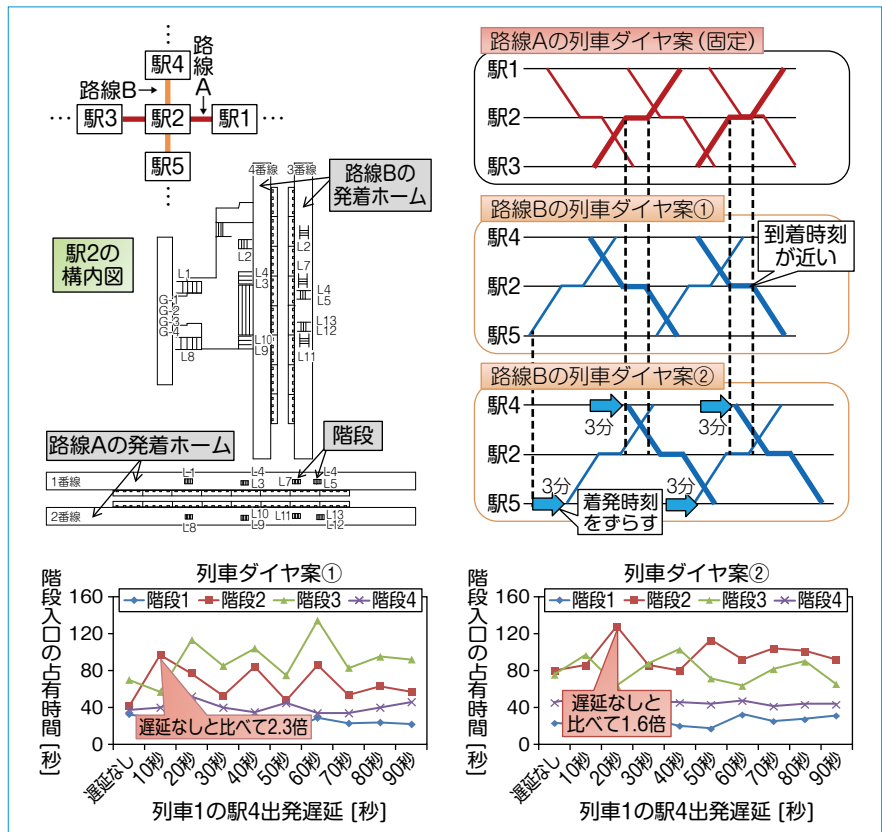


図4 輸送計画における移動円滑性の評価(平常時)

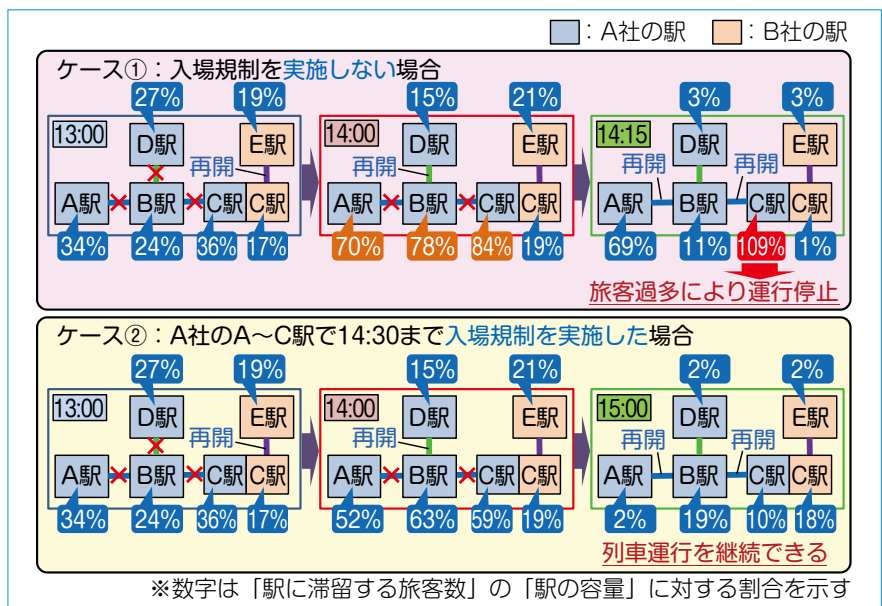


図5 輸送計画における移動円滑性の評価(大規模災害などの異常時)

は大きいと言えます。そこで、貨物輸送の実態を把握し、課題を抽出する手法、改善策の効果を評価する手法を提案しています。

貨物輸送の実態を適切に評価するための指標を整理し、そのモデルを作成

しました(図6)。実際の評価では、各指標に設定した重みを考慮して行いますが、これらはアンケート調査にもとづいて、物流関係者が輸送手段の選定や輸送計画の策定を行う際の考え方を反映したものとなっています。また、貨

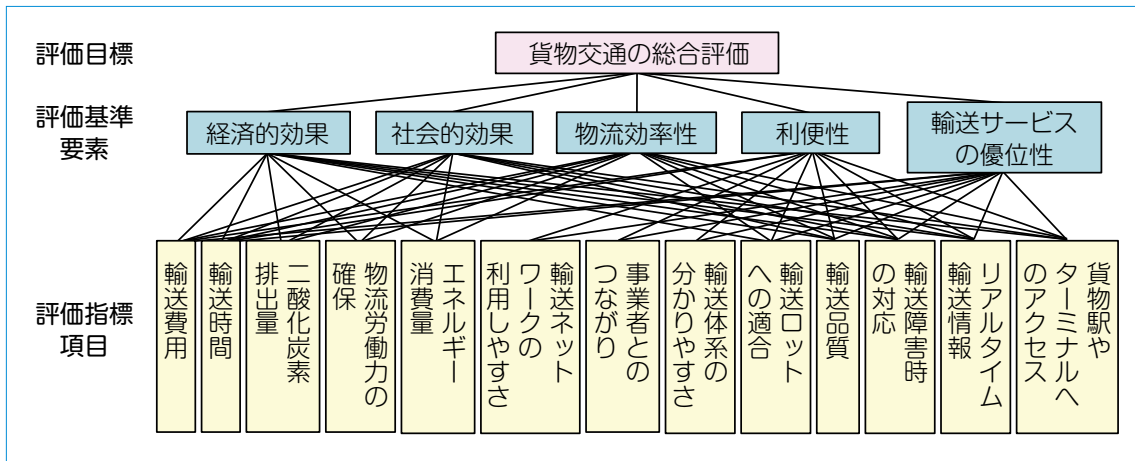


図6 貨物輸送の評価指標

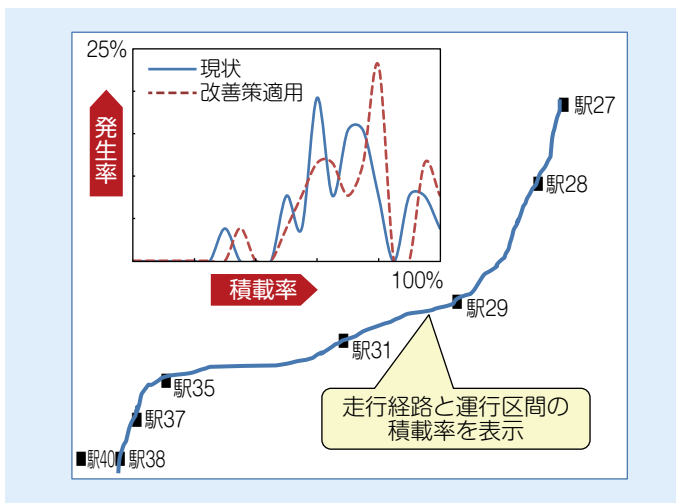


図7 貨物輸送の評価システム

貨物輸送の実態を評価するために、発着駅、輸送経路、積荷の種別や量などを入力として、該当する貨物列車に対して見込まれる積載率を計算し、これを地図上に表示するシステムを開発しました(図7)。これによって、視覚的に貨物輸送の実態を把握できます。さらに、この出力結果を使用して先に述べた評価モデルによる評価を行い、改善を要する項目を把握することもできます。また、例えば貨物駅構内の荷役作業の効率化や、貨物の保管など新たなサービスの提供などの改善策を講じた場合に見込まれる効果について評価することもできます。

成果の活用

旅客分布の推計手法は、駅構内での移動経路選択や、状況に応じた適切な誘導の支援などに活用できます。

交通ネットワークの移動円滑化の評価手法は、鉄道事業における中長期的な経営計画や設備投資計画の判断の支援、駅設備の改良計画検討などに活用できます。

移動円滑化のための輸送計画の評価手法のうち、多様な角度からの評価ができるシミュレーター、および平常時の移動円滑性の評価シミュレーターは、列車ダイヤなどの輸送計画策定の支援ツールとして活用できます。また、都市内ネットワークの評価に使用する旅

客の列車選択行動モデルを取り入れることで、より精緻な評価が可能になります。なお、大規模災害などの異常時を想定した輸送計画評価手法は、今後、入力データの設定方法など、実用に向けた開発に取り組む予定です。

貨物輸送の評価手法は、現状の把握や改善策の効果の検証に活用できます。一方、貨物駅の駅勢圏の評価機能を取り入れるなど、機能の拡張に取り組んでいきます。

おわりに

鉄道を中心とした移動の円滑化を向上させるための方針や施策を検討する際の支援などを目的とした技術開発の成果を紹介しました。

今後、ここで紹介した成果の普及、機能の向上を通じて、鉄道輸送の利便性向上に寄与していきたいと考えています。[RRR]

文献

- 1) 青木俊幸：駅構内旅客流動シミュレーション, RRR, vol.66, No.12, pp.34-35, 2009
- 2) 國松武俊：列車運行・旅客行動シミュレータ, RRR, Vol.65, No.10, pp.30-33, 2008