

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

貨物輸送の実態を可視化する

ここでは、貨物輸送の効率向上に向けて、利便性や経済性、物流効率性などを含む貨物輸送の効果を評価し、貨物の輸送実態を可視化するシステムを組み合わせた貨物交通の評価システムの開発について紹介します。また、開発した評価システムにより、評価基準の一つである利便性（駅やターミナルへのアクセス、輸送障害時の対応、輸送ネットワークの利用しやすさなど）を向上させるために必要な改善対策案の策定および総合かつ定量的な評価の試行例を説明します。



厲 国権

Guoquan Li

信号・情報技術研究部
主任研究員（上級）

【専門分野】 鉄道輸送、
貨物とロジスティクス、
輸送情報、交通運輸学、
社会基盤学

はじめに

地球温暖化や少子高齢化などの社会問題への対応策のひとつとして、旅客輸送に加え、大量の物資を効率よく輸送できる鉄道貨物輸送の寄与が期待されています。

現在、鉄道貨物は、産業構造や輸送構造などの変化により、コンテナ貨物輸送とする、貨物列車と集配トラックを組み合わせたインターモーダル輸送が主になっています。コンテナ輸送においては、荷主のドアまでは、トラック集配輸送を行うため、鉄道輸送は、普段社会の目に触れる機会が少なくなりました。一方、鉄道は、大量そして中長距離輸送における優位性が依然存在しており、荷主などの利用者から適切な認識・理解そして評価をいただくことが必要です。

ここでは、貨物輸送効率化に向けて、荷主の物流関係者などの専門的な知見による貨物輸送に関する評価体系の構築と、鉄道貨物輸送の地理情報

システム（☞参照）（Railway Freight Geographic Information System : RF-GIS）の開発を行い、貨物輸送の経済的効果や効率性などを総合的に評価し、輸送実態を可視化する貨物交通の評価システムを開発したので紹介します。また、評価システムにより、鉄道貨物輸送とトラック輸送との比較・評価を行い、評価基準の一つである利便性を向上させるために、鉄道貨物輸送に対する必要な改善対策案の策定および総合かつ定量的な評価について説明します。

貨物輸送の評価

貨物輸送においては、荷主が自社の商品を輸送する際に、経済的効果、社会的効果、物流効率性、利便性、輸送サービスの優位性などの複数の側面から、さまざまな輸送手段や輸送計画案を比較・評価し、輸送ニーズに応じた最適な輸送案を、主観的な判断に基づいて選択します。つまり、貨物輸送の

☞ 地理情報システム（Geographic Information System : GIS）

地理空間情報活用基本法（平成 19 年法律第 63 号）第 2 条に定義されている用語で、電子地図上でさまざまな情報を処理したり表示したりするシステム。

評価は、荷主が輸送手段の選択において意思決定を行うことといえます。

そこで、階層分析法(☞参照)の原理に基づいて、荷主の商品輸送における意思決定の際に考慮される指標を整理し、貨物輸送案を総合的に評価することを最終目標(☞1のI)として、基準要素(☞1のII)および輸送案を表す指標項目(☞1のIII)を設定した評価構造を階層的に体系化しました。

輸送案の評価指標には、輸送費用、輸送時間、二酸化炭素(CO₂)排出量、エネルギー消費量、輸送施設へのアクセスなどの定量的指標がある一方、物流労働力の確保、輸送ネットワークの利用しやすさ、輸送事業者とのつながり状況、輸送体系のわかりやすさ、輸送ロットの適合、輸送品質(定時性、安定性、温度湿度管理や破損状況など)、災害や輸送故障時の対応そして輸送情報の提供状況などといった定性的指標も含まれます。

☞1に示した各々の基準要素ならびに指標項目は、評価する際の重要度(重み付け)が異なります。このような評価の重み付けを求めるためには、経験者や専門家の知見に基づいて、同じ階層内での要素・項目間の比較を行って相対的な重要度を設定する必要があります。貨物輸送の場合では、荷主の物流担当者あるいは経験者が自社の商品輸送を行う際の判断意識を反映する必要がありますので、ここでは、物流担当者に対するWebアンケート調査を行い、その調査結果を用いて、AHPの計算原理により最終目標に対する基準要素の相対評価の重みと、各基準要素

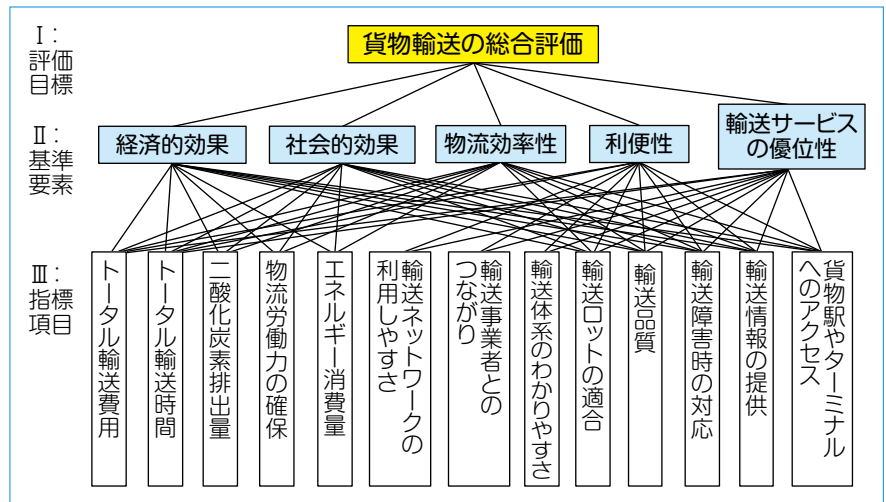


図1 貨物輸送の評価体系

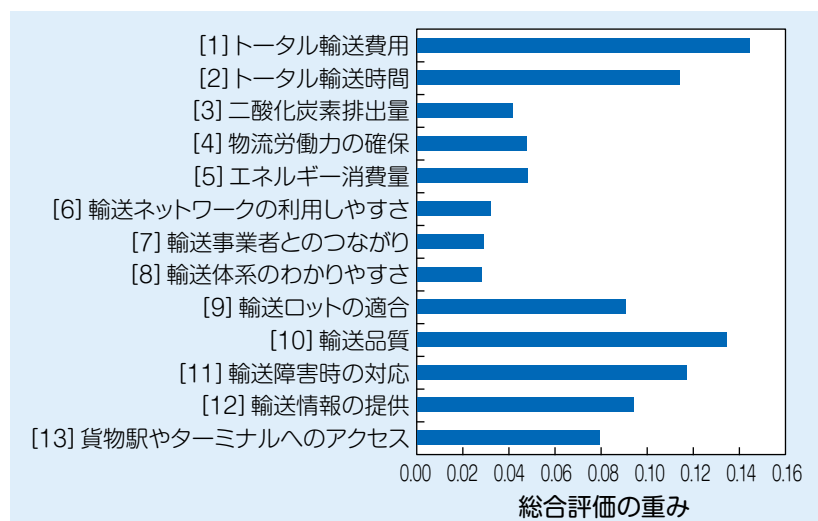


図2 各指標項目の総合評価の重み

素に対する指標項目の相対評価の重みを算出し、それらを☞1に示す階層に沿って各指標項目の総合評価の重みを求めました。その結果を、☞2に示します。

貨物輸送の地理情報システム

貨物輸送を評価する目的の1つは、鉄道貨物輸送の実態に対して荷主の考

えを反映し、輸送効率を改善することにあります。そのためには、荷主の評価に合わせて貨物列車の輸送実態をわかりやすい形で示すことが必要です。実態を示すための具体的な手法の一つとして、地理情報システム(GIS)を用いて、貨物輸送に対する荷主の評価を電子地図上に表示する方法があります。地理情報システムは、情報化社会の進展にともない、さまざまな分野で研究開発や基盤整備が活発に進められており、広い範囲で活用されています。貨物輸送の分野にも適用することにより、普段社会の目に触れる機会が少ない貨物輸送の実態をわかりやすく表す

☞ 階層分析法 (Analytic Hierarchy Process : AHP)

T.L. サーティによって開発された意思決定法で、複雑な問題を「目的 - 基準 - 代替案」と階層化し、同階層に属する要素間・項目間の一対一の比較を通じて基準の相対評価と、各基準からみた代替案の相対評価を求め、それらを階層に沿って総合化するという人間の主観を最大限活かした手法。

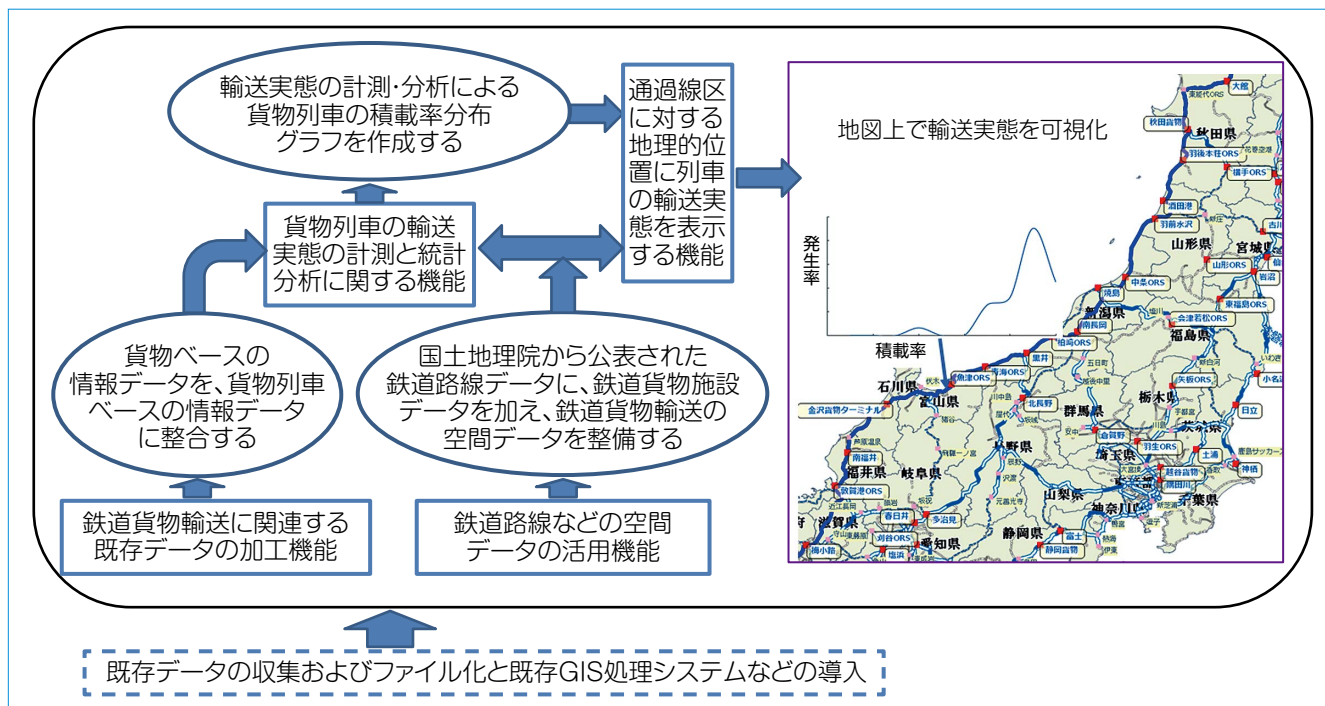


図3 貨物輸送の地理情報システム

ことができます。

貨物輸送の実態を表すさまざまなデータがすでに得られていますので、それらのデータを加工・整備することによって、図3に示すような貨物輸送の地理情報システムを構築し、貨物列車の輸送実態を地図上で視覚的に示すことにしました。荷主などの利用者や輸送事業者は、このようなGISを利用して迅速に有効かつ明瞭な情報を把握でき、輸送実態に対して適切に判断することが可能となります。

図3に示す貨物輸送の地理情報システム(RF-GIS)には、鉄道輸送空間データの整備機能、既存の貨物輸送データの加工機能、貨物列車の積載状況の統計分析機能、輸送実態の表示機能が備えられます。まずは、汎用GISソフトウェアを用いて、国土地理院から公表された空間データをベースにして、鉄道貨物駅や貨物専用路線などの施設データを加えることにより、鉄道貨物輸送の地理空間データを整備します。次に、貨物列車の運転計画・コンテナ輸送時刻表・貨物駅での荷役作業(荷

積み・荷下ろし)などの貨物列車データと荷主の貨物品類・コンテナタイプおよびトン数・貨物発送駅および到着駅・利用列車などの貨物データを活用して既存の貨物輸送データを加工することによって、貨物列車の輸送データベースを整備し、各貨物列車を鉄道の通過線区の空間データに整合します。以上より、各貨物列車が鉄道路線区を通過した時の輸送実態を計測し、貨物列車の積載状況を統計分析します。その結果をグラフ化し、通過線区に対する電子地図上の地理的位置に表示します。

貨物列車は、始発駅から終着駅まで、途中で貨物の荷役作業のない直接輸送するという直行列車と、途中で荷役作業のある中継列車があります。荷主は、自社の商品輸送に対して、貨物列車の発/着貨物駅と出発/到着時刻などを考慮したうえで、適切な貨物列車を利用します。したがって、各線区を通過した貨物列車の積載状況は、荷主の考えが反映された結果とみることができます。このような貨物列車の輸送実態を定量的かつ視覚的な把握ができれば、

鉄道事業者は輸送効率向上の改善策を検討するうえで有用な情報を得ることができます。

輸送実態評価の可視化

前述した貨物輸送の評価手法においては、荷主の物流関係者などの専門的な知見に基づいて、輸送案を総合的に評価するための5種類の基準要素と13種類の指標項目を体系化し、各指標項目を重み付けした評価モデルを構築しました。この評価モデルを利用して、鉄道輸送とトラック輸送との比較・評価を行うことにより、トラック輸送に対する鉄道輸送の優位性や、鉄道輸送が抱える課題も明らかにすることができます。このような比較評価ができれば、鉄道輸送の効率を向上させるための対策案の策定が可能となります。

鉄道輸送とトラック輸送との比較評価の結果は、貨物輸送の地理情報システム(RF-GIS)によって可視化することができます(図4)。

図4の右上は、RF-GISによる評価結果の可視化の一例で、分析対象とす

貨物輸送実態の評価

荷主の視点から貨物輸送の評価

- ① 荷主の判断意識調査
- ② 貨物輸送の評価モデル

貨物列車やトラック走行経路などの可視化と改善策効果の確認

- ③ 貨物輸送の地理情報システム (RF-GIS)

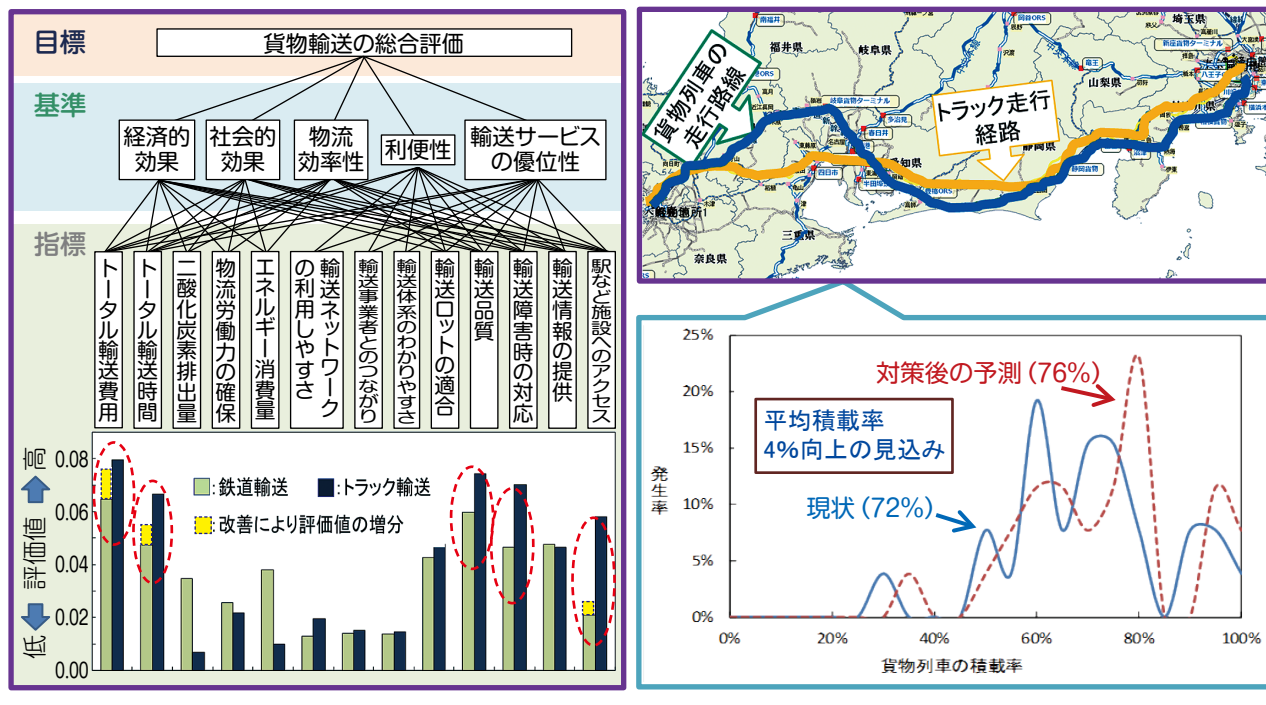


図4 貨物輸送実態の評価可視化

る貨物列車の走行路線と対比するトラック走行経路が地図上に表示されています。この図に示された列車の輸送実態は、図4の右下に示すような積載率分布曲線で示されます。現状では、青い線で示されているように、平均積載率が72%であることがわかります。ここで、この列車の積載率をさらに向上する可能性について検討してみます。

まず、評価モデルに基づいてトラック輸送との比較・評価を行います。その結果、図4の左に示すように、分析対象とした鉄道輸送の総合評価（棒グラフの各指標項目評価値の合計）は0.469となっており、トラック輸送の評価値（0.531）よりも低くなっていることがわかります。評価項目別に結果を詳しくみると、鉄道輸送は、トラック輸送に対して、輸送費用、輸送時間、貨物駅やターミナル施設などへのアクセス、輸送品質、輸送障害時の対応、といった指標の評価値が低いことがわ

かりました。

そこで、これらの指標の評価値を改善するために、既存の施設条件に基づいて、以下のような改善対応策を試みました。

- ① 構内留置サービスの活用や柔軟な運賃料金の設定による荷主の物流コストの低減
- ② 駅構内作業の効率向上などによるオンレール輸送時間の短縮
- ③ 既存施設などの活用による貨物列車へのアクセス改善

上記の改善対策案を実行した場合を想定して再評価したところ、鉄道輸送の総合評価値は0.493となり、現状より高くなりました。また、鉄道輸送における「輸送費用」、「輸送時間」や「アクセス」などの指標項目の評価値が大きく向上したことがわかりました。この改善案を実行した場合の貨物列車の積載状況を予測した結果、図4の右下のグラフで赤点線で示すように、平均

積載率が76%まで向上する可能性があることがわかりました。このように、開発した評価システムにより、鉄道輸送効率を向上するための方策の効果を定量的に評価することができます。

まとめ

鉄道は、大量かつ中長距離の輸送に有利な輸送手段です。ここでは、輸送効率を向上するために、輸送手段間の比較・評価モデルの構築と輸送実態を可視化する評価システムの開発について紹介しました。また、評価システムによる輸送改善対応策の効果の評価例を示しました。今後もさらに鉄道貨物輸送の効率化に関する研究開発を深化化していきたいと考えています。RRR

文献

- 1) 厲国権：鉄道貨物輸送の経済性・効率性評価手法の開発、鉄道総研報告、Vol.30, No.1, pp41-46, 2016