

モーダルシフト促進の政策評価に ついて¹

慶應義塾大学
松浦寿幸研究会
経済産業①

犬飼友菜
岩崎葉介
小笠原弘隼
依田彩花里

2024年 11月

¹ 本稿は、2024年11月30日、12月1日に開催されるISFJ日本政策学生会議「政策フォーラム2024」のために作成したものである。本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

要約

本稿では、日本の物流が経済活動と日常生活にとって不可欠な社会基盤として機能している現状と課題を分析し、効率的かつ環境負荷の少ない物流システムの構築を目指してモーダルシフトの促進について考察する。まず、日本の物流構造は依然としてトラック輸送への依存度が極めて高く、2022年の自動車による貨物輸送の分担率は約91%を占め、鉄道および海運の分担率は低い。さらに、トラック輸送の人手不足やドライバーの高齢化が深刻化しており、働き方改革関連法による労働時間規制の導入もこの問題をさらに悪化させる可能性がある。加えて、トラック輸送に伴う二酸化炭素排出量も温暖化抑制の観点から大きな課題となっている。

これに対し、政府は「物流総合効率化法」に基づき、モーダルシフトを含む物流効率化計画の認定と支援を進めている。この法律のもとで、輸送網の集約や共同配送、モーダルシフトを奨励することで、環境負荷の軽減と労働力省力化を図る施策が展開されている。特に鉄道と海運の輸送量・分担率を今後10年で倍増させる目標を掲げているが、現状では鉄道の分担率は目標に到達しておらず、モーダルシフトの進展には課題が残っている。

モーダルシフトの促進には、トラックから鉄道や海運への転換が重要であり、その背景として、鉄道や海運はトラックに比べて二酸化炭素排出量が大幅に少ないため、環境に優れた大量輸送手段として適している。また、鉄道や船舶輸送の経済性と効率性の高さは中長距離輸送においてより顕著である。しかし、荷主にとって輸送スケジュールの制約や輸送コストの問題が阻害要因となっているため、政府の支援が不可欠である。

本稿は、先行研究を踏まえ、モーダルシフトを促進する政策の効果を定量的に分析した。具体的には、レールゲートの設置や積替ステーション、補助金政策が鉄道と船舶の輸送量シェアに与える影響を評価し、その効果を明らかにした。その結果、レールゲートの設置は鉄道輸送シェアの向上に寄与し、トラックドライバー不足の解消にも有効であることが示された。また、補助金政策は500km~700kmの中距離区間で最も効果が大きいとされ、この区間におけるモーダルシフトの促進が重要であると分かった。

以上の分析結果に基づき、本稿では、以下の2つの政策提言を行う。まず、鉄道輸送拠点であるレールゲートの設置を地方にも拡大することを提案する。これにより、地域全体での物流効率の向上と環境負荷の軽減が期待される。次に、モーダルシフトの対象として500km~700km区間に特化した補助金枠を設け、荷主の意識を高めることを提言する。これにより、長距離トラック輸送の削減とCO₂排出量の削減が実現し、持続可能な物流システムの構築に貢献できると考えられる。

目次

第1章 現状・問題意識

- 第1節 日本の社会基盤である物流
- 第2節 国内の物流構造
- 第3節 トラック輸送の問題点
 - 第1項 トラックドライバーの人手不足
 - 第2項 トラックの環境負荷
- 第4節 政府による取り組み
- 第5節 モーダルシフトについて
 - 第1項 環境面から見た鉄道・船舶輸送の特徴
 - 第2項 輸送能力面から見た鉄道・船舶輸送の特徴
- 第6節 政府の目標と進捗状況
- 第7節 モーダルシフトの阻害要因
- 第8節 主要な政策
 - 第1項 政府による取り組み
 - 第2項 鉄道事業費の取り組み
- 第9節 問題意識

第2章 先行研究及び本稿の位置づけ

- 第1節 先行研究
- 第2節 本稿の位置づけ

第3章 分析

- 第1節 分析の方向性
- 第2節 分析Ⅰ：2021年データを用いた輸送モードの決定要因
 - 第1項 分析概要
 - 第2項 検証仮設
 - 第3項 推計式と分析の取り組み
 - 第4項 変数選択
 - 第5項 結果
- 第3節 分析Ⅱ：鉄道と船舶輸送に関する政策評価
 - 第1項 分析概要
 - 第2項 検証仮設
 - 第3項 推計式と分析の取り組み
 - 第4項 変数選択
 - 第5項 結果

第4章 政策提言

第1節 政策提言の方向性

第2節 政策提言

第1項 レールゲートの設置促進

第2項 輸送距離 500km～700km の荷主への補助金枠の設置

第3節 政策提言のまとめ

第5章 おわりに

参考文献・データ出典

第1章 現状・問題意識

第1節 日本の社会基盤である物流

現代の日本社会において、物流は経済活動と日常生活を支えるために欠かせない基盤であり、重要な社会インフラとしての役割を果たしている。国土交通省（2021a）では物流に関して、「物流は、我が国における豊かな国民生活や産業競争力、地方創生を支える重要な社会インフラ²」と述べている。生産者から消費者に至るまで、あらゆる経済の流れは物流によって支えられており、その機能が途絶えることは、生活や社会全体の安定に直結する重大な問題となる。物流は単に貨物を運ぶだけでなく、産業全体の競争力を高め、地域経済の活性化にも大きく寄与している。

本稿では、貨物輸送のみならず、産業全体の基盤である物流をさらに発展させるために必要な要素について考察するため、国内物流の現状について検討する。

第2節 国内の物流構造

貨物輸送は主にトラック、鉄道、船舶、航空といった輸送機関によって担われている。日本内航海運組合総連合会ほか（2024）によると、貨物輸送量は2010年頃から横ばいの状態が続き、2020年度は新型コロナウイルス感染症の影響による経済停滞で減少した。輸送機関分担率をトンベースで見ると、2022年度において自動車が約91%、内航海運が約8%、鉄道が約1%、航空が約0.02%を占めていた。次に、輸送量と輸送距離を考慮したトンキロベースでの輸送分担率を見る（図1）。この場合、2022年度において自動車は約56%、内航海運は約40%、鉄道は約4%、航空は約0.2%であった。この結果から、貨物輸送における自動車の依存度が極めて高いことが確認できる。

²国土交通省（2021a）「総合物流大綱（2021年度～2025年度）」

（<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/content/001409564.pdf>）2024/10/31 データ取得、1頁。

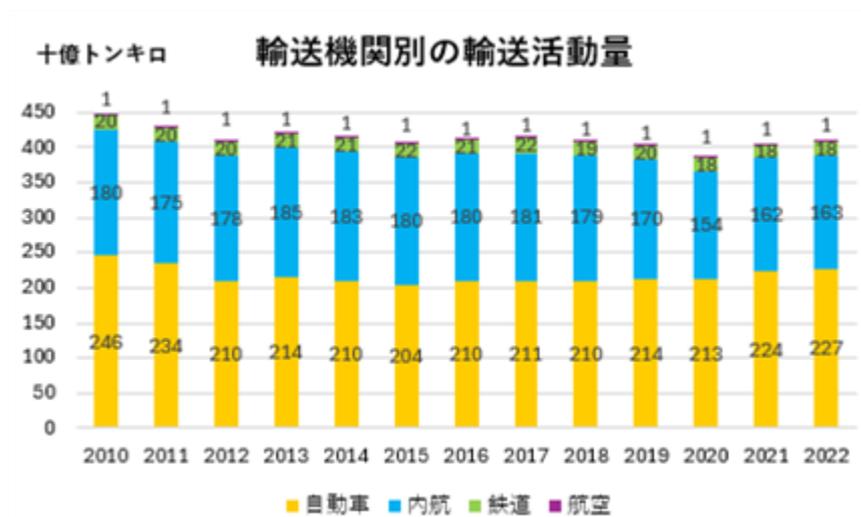


図 1 輸送機関別の輸送活動量

出典：日本内航海運組合総連合会ほか（2024）「内航海運の活動」5頁より筆者作成

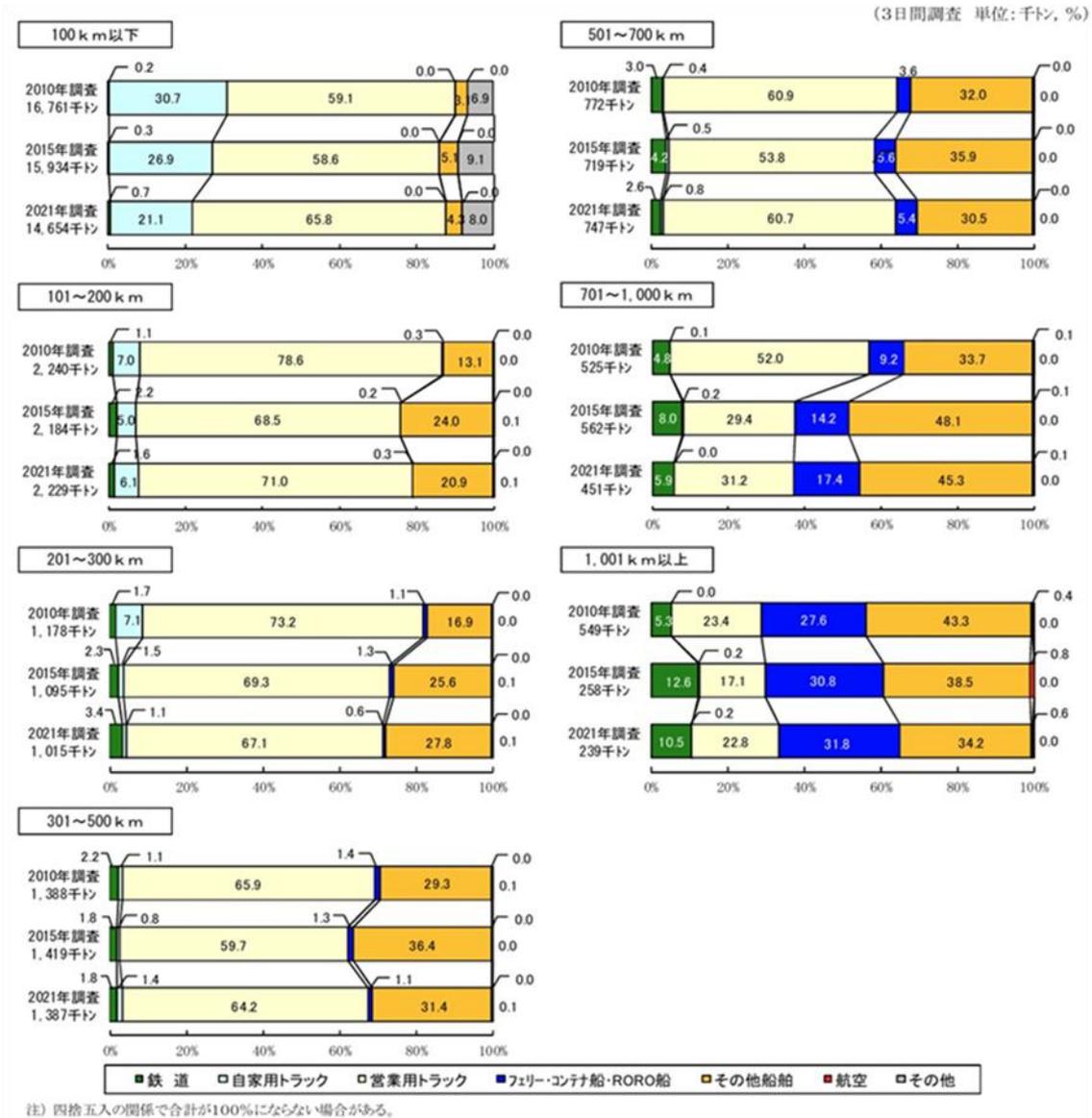


図 2 輸送距離帯別に見た代表輸送機関分担率

出典：国土交通省（2023a）「貨物輸送の現況について（参考データ）」8頁より引用

図 2 は輸送距離帯別に見たトンキロベースでの輸送機関別の分担率である。500km 以下の短中距離輸送においては、トラックが依然として 6 割以上のシェアを占めているが、500km を越える距離帯では鉄道と船舶のシェアを徐々に増加し、1000km を超える輸送ではトラックによる分担率が 3 割を下回る。このように、トラックと鉄道・船舶では、一度の輸送のキャパシティなどに起因した距離帯による棲み分けがなされている。時系列比較として 2010 年と 2021 年を比較すると、501km~700km では大きな構造の変化は見られないが、701km~1,000km ではトラックのシェアが大幅に下がり、船舶へのモーダルシフトが進んでいることが見て取れる。また 1,001km 以上ではトラックのシェアは大きく変わっていない

が、船舶が少しシェアを落とす代わりに鉄道がシェアを伸ばしている。

第3節 トラック輸送の問題点

第1項 トラックドライバーの人手不足

前述の通り、日本の物流はトラック輸送への依存度が高いが、その担い手となるトラックドライバーは減っている。厚生労働省（2024）によると、有効求人倍率は全産業で 1.24 倍であるのに対し、貨物自動車運転手においては 2.62 倍と、全産業平均と比較して約 2 倍の開きがある。これは長時間労働や低賃金といった労働環境が主な要因とされている³。

また、ドライバーの高齢化も進んでいる。総務省統計局（2024）によると、45～59 歳の就業者が全就業者の 34.2%であるのに対し、道路貨物運送業者では同世代が全体の 42.6%を占める。一方で、15 歳から 29 歳の就業者が全就業者の 17%であるのに対し、道路貨物運送業者ではわずか 9.9%である。以上のことから、道路貨物運送業者における高齢化は日本の産業の中でもかなり深刻であることがわかる（図 3）。

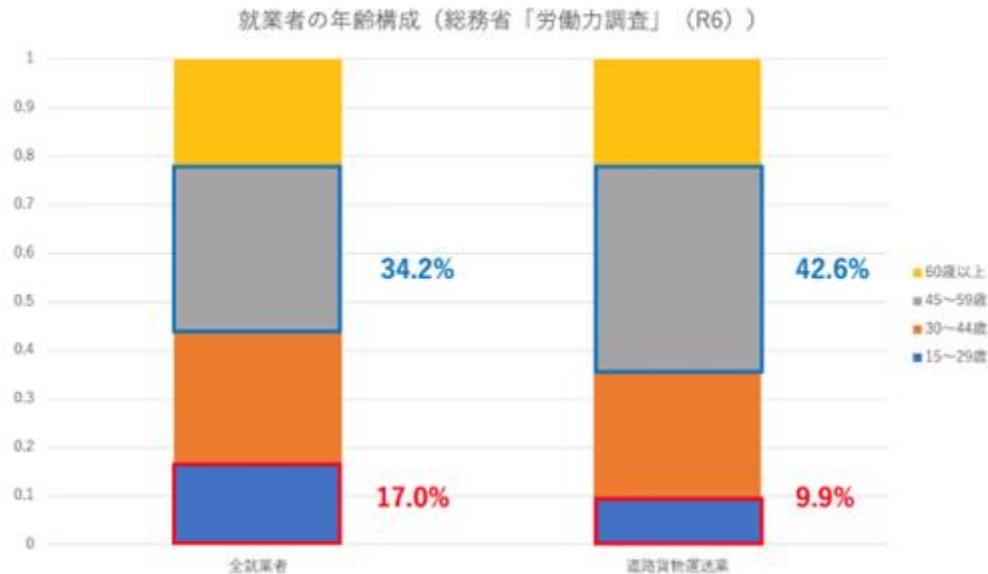


図 3 就業者の年齢構成

出典：総務省統計局(2024)「労働力調査（基本主計）2024年（令和6年）9月分結果」より筆者作成

さらに、国土交通省（2024a）によると、「働き方改革関連法」の改正に基づき、2024年からドライバーの年間時間外労働時間は最大 960 時間に制限される。全日本トラック協会（2024a）のアンケート調査によると、約 26%の回答者が年間 960 時間を超える時間外

³ 国土交通省（2023b）「物流の 2024 年問題について」

(<https://www.tb.mlit.go.jp/chubu/jidosya/ouensaito/chubukyoku.pdf>) 2024/11/04 データ取得、26 頁。

労働をするドライバーがいると答えた⁴。この規制により、ドライバー1人当たりの輸送能力が減少し、対策を講じなければ、2030年にはトラック輸送能力が34%不足する可能性がある⁵と予測されている。

全日本トラック協会（2024b）によると、輸送能力の不足により物流が滞る可能性がある。具体的には、荷主や一般消費者のニーズに対応することが困難になり、従来の長距離輸送などの方法を維持することが難しくなる可能性がある。その結果、荷主が必要な時に必要な物資を受け取れない、あるいは輸送が断られる状況が発生する懸念がある。また、一般消費者にとっては水産品や青果物などの新鮮な商品が手に入りにくくなる可能性もある。

第2項 トラックの環境負荷

トラック輸送に伴う二酸化炭素排出量の多さは、地球温暖化抑制の観点から大きな課題となっている。国土交通省（2024b）の報告によれば、2022年度では日本の二酸化炭素総排出量のうち運輸部門からの排出が全体の18.5%を占めていた。このうち、貨物自動車は運輸部門内で38.0%（総排出量全体の7.0%）を占めている。他の輸送手段は、内航海運が5.3%、航空が5.1%、鉄道が3.8%であり、貨物自動車の排出割合が高いことが示されている。

第4節 政府による取り組み

トラック輸送の依存による労働面、環境面の問題を解決するため、トラックによる貨物輸送を減らすための政府の取り組みを見ていく。国土交通省（2024c）によると、環境負荷の低減と流通業務の人手不足に同時に対応することを目的に、物流総合効率化法に基づく総合効率化計画認定が行われている。物流総合効率化法は、日本の産業競争力を強化し、消費者ニーズに対応するために、流通業務を効率的に行う事業を促進する法律である。この法律は複数の事業者が連携して、輸送や保管などの流通業務を一体的に行うことで、環境負荷の低減や労働力の省力化を目指す。認定された事業には、経費補助や税制優遇、低利子貸付などの支援措置が提供される。

主な認定事業としては、輸送網の集約や輸配送の共同化、モーダルシフトが挙げられる。輸送網の集約とは、分散していた輸送経路を統合し、効率化と集約化する取り組み手法を指す。輸配送の集約化は、複数の荷主企業の貨物を配送先が同一または近接している場合に、同じトラックに積載して配送する仕組みである。トラックを高積載率にすることで効率的な物流を実現することが可能となる。モーダルシフトとは、トラック輸送から鉄道や船舶輸送へ転換する取り組みであり、大量輸送を行うことができる。

国土交通省（2024d）によると、2016年10月から2023年3月までに認定された事業数は合計367件である。その内訳は、輸送網集約事業が64%、鉄道モーダルシフトが17%、船舶モーダルシフトが15%、共同輸配送が5%を占めている。表1は、物流総合効率化法に基づ

⁴ 公益社団法人全日本トラック協会（2024a）「第6回働き方改革モニタリング調査について」
(<https://jta.or.jp/wp-content/uploads/2024/05/hatarakikata2024chosa.pdf>) 2024/11/04 データ取得、2頁。

⁵ 国土交通省(2024a)「物流の2024年問題について」
(<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001620626.pdf>) 2024/11/04 データ取得、3頁。

く認定事業の効果を示している。特に、鉄道モーダルシフトは二酸化炭素排出量の削減に、船舶モーダルシフトはドライバーの運転時間の省力化において最大の効果を示している。この結果から、モーダルシフトは二酸化炭素排出量の削減に貢献するとともに、トラックドライバー不足の要因である長時間労働の解消にも効果があるため、最も推進すべき取り組みであるといえる。しかし、この効果は実例ベースの試算値であるため、因果推論手法による事後評価が必要である。

事業形態	CO2排出量削減 (%)	ドライバー運転時間 省力化 (%)	手待ち時間削減 (%)
輸送網集約事業	32.6	58.3	70.6
鉄道モーダルシフト	64.9	70.7	-
船舶モーダルシフト	50.5	76.1	-
共同輸配送	40.8	42.8	-
全体	52.1	63.2	70.6

表 1 物流総合効率化法の認定事業の効果

出典：国土交通省（2024d）「物流総合効率化法の認定状況」より筆者作成

第5節 モーダルシフトについて

このように現在、貨物輸送においてトラックによる輸送がほとんどであるが、トラックドライバーの不足により輸送問題の発生、また二酸化炭素排出量の観点から環境に優しい輸送が求められる。そのため、トラックから鉄道や船舶への切り替え、すなわちモーダルシフトの重要性が高まっている。国土交通省（2024e）によると、モーダルシフトとは、「トラック等の自動車で行われている貨物輸送を環境負荷の小さい鉄道や船舶の利用へと転換すること⁶」と定義されている。

第1項 環境面から見た鉄道・船舶輸送の特徴

国土交通省（2024b）によると、1トンの貨物を1km運ぶのに排出する二酸化炭素排出量はトラックが208グラム、内航海運43グラム、鉄道20グラムであり、トラックは貨物鉄道の約10倍、内航海運の約5倍である（図4）。

⁶ 国土交通省（2024e）「モーダルシフトとは」
(<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/modalshift.html>) 2024/11/04 データ取得

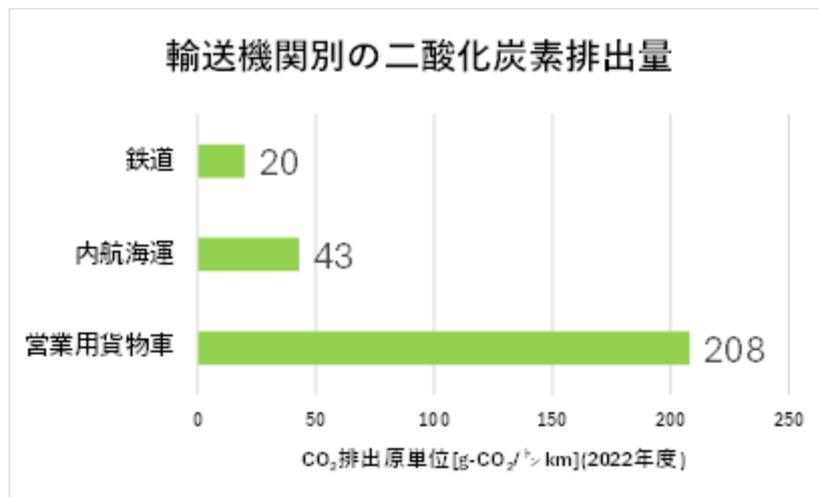


図 4 輸送機関別の二酸化炭素排出量

出典：国土交通省(2024b)「運輸部門における二酸化炭素排出量」をもとに筆者作成

第2項 輸送能力面から見た鉄道・船舶輸送の特徴

日本貨物鉄道株式会社(2024a)によると、貨物列車1編成(約26両)は10トントラック65台分の輸送能力に相当する。また、国土交通省(2017)によると、499総トン級の一般的な内航貨物船1隻が、10トントラック約160台分の貨物量を運搬できるとされている。図5は、鉄道と船舶の輸送量をトラック台数に換算したものである。さらに、鉄道・船舶輸送はトラック輸送に比べて中長距離帯での輸送費用を抑えやすいという利点も有している⁷。このように、鉄道と船舶は高い経済性と効率性を備えている点が大きな特徴である。

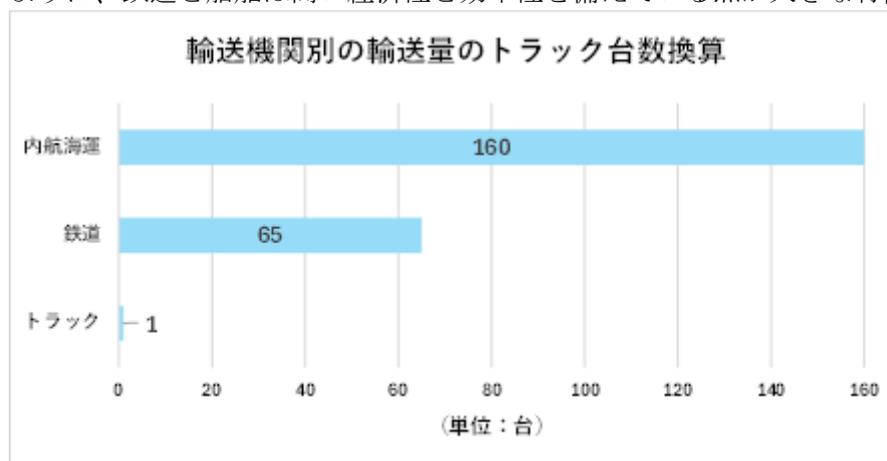


図 5 輸送機関別の輸送量のトラック台数換算

出典：日本貨物鉄道株式会社(2024a)「貨物鉄道の特長 モーダルシフト」と国土交通

⁷ 吉岡(2011)によると、輸送距離が200kmまでの場合はトラック輸送のコストが低いですが、201kmから300kmの範囲では鉄道貨物の方がコスト優位となり、それ以降の距離では鉄道貨物の方が安価である。

省（2017）「海運モーダルシフトの現状について」より筆者作成

第6節 政府の目標と進捗状況

このように、鉄道および船舶は環境面や輸送能力面で利点を有するため、モーダルシフトの推進が目指されている。第2次交通政策基本計画では、2025年度に鉄道貨物輸送量を209億トンキロ、海運貨物輸送量を389億トンキロとする目標が掲げられている⁸。また、第2次地球温暖化対策計画では、2030年度の目標として鉄道貨物輸送量を256.4億トンキロ、海運貨物輸送量410.4億トンキロに増加させることが示されている。⁹

しかし、第1次交通政策基本計画で設定された2020年度の目標に対して、実績は追いついていない。2020年度の目標は鉄道貨物輸送量を221億トンキロ、海運貨物輸送量を367億トンキロ¹⁰とするものであったが、実績値は鉄道貨物輸送量が168.4億トンキロ、海運貨物輸送量が356億トンキロにとどまった（図6）。特に、鉄道においては目標と実績の乖離が大きく、モーダルシフトの進展に多くの課題が残されている。

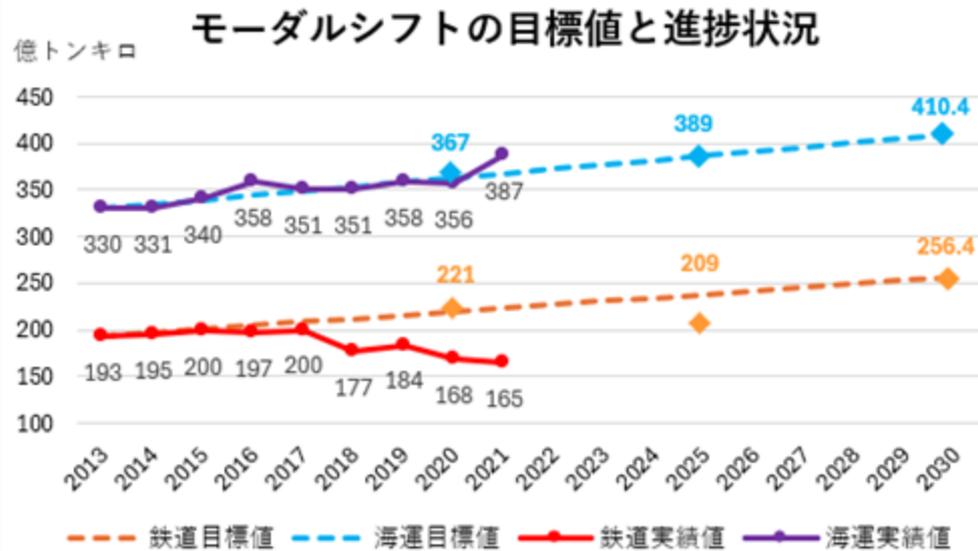


図6 モーダルシフトの目標値と進捗状況

出典：国土交通省（2015）「交通政策基本計画」と国土交通省（2021b）「交通政策基本計画」と国土交通省（2023a）「貨物輸送の現況について（参考データ）」と環境省（2021）「地球温暖化対策計画」より筆者作成

⁸ 国土交通省（2021b）「交通政策基本計画」（<https://www.mlit.go.jp/common/001407578.pdf>）2024/11/04 データ取得、56頁。

⁹ 環境省（2021）「地球温暖化対策計画」（<https://www.env.go.jp/content/900440195.pdf>）2024/11/04 データ取得、191、192頁。

¹⁰ 国土交通省（2015a）「交通政策基本計画」（<https://www.mlit.go.jp/common/001069503.pdf>）2024/11/04 データ取得、37頁。

第7節 モーダルシフトの阻害要因

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(2024)によると、モーダルシフトの阻害要因として、輸送のスケジュールや輸送の安定性、輸送コストに関する意見が多く挙げられている。輸送の安定性については、鉄道・船舶の特性により、トラック輸送と比較して早急な対応は難しい。そこで、輸送時間短縮のために運行時間の改善や荷役時間の短縮が求められる。また、コスト面では輸送距離が長くなるほど鉄道や船舶輸送がトラック輸送より経済的に優位性を持つため¹¹、長距離輸送における鉄道・船舶利用の促進が効果的であると考えられる。

第8節 主要な政策

これまで、モーダルシフトの必要性およびその阻害要因について述べてきた。次に、モーダルシフトを促進するための政府および事業者による取り組みについて考察する。国土交通省への聞き取り調査¹²により、トラックから鉄道・船舶への輸送機関転換においては、事業者の自助努力が重視されてきたことが明らかになった。したがって、ここでは政府による政策と事業者による取り組みの双方の視点から検討する。ただし、船舶事業者による取り組みに関するデータは入手が困難であったため、ここでは取り上げていない。また、政策評価を適正に行うため、2015年から2021年に始まった政策および取り組みを評価の対象とする。

第1項 政府による取り組み

物流総合効率化法に基づく支援が提供され、同法に基づいた補助事業であるモーダルシフト推進事業も展開されている。このモーダルシフト推進事業では、政府が物流事業者に対してモーダルシフトの計画策定経費と運行経費に関して補助金を提供する。前者の計画策定経費については、物流効率化に向けた協議会の立ち上げや開催、計画策定にかかる費用に対して支給される補助金である。後者の運行経費については、実際に行われるモーダルシフト、幹線輸送集約化、配送効率化に対して支給される補助金である。

第2項 鉄道事業者の取り組み

I. 積替ステーションの設置

積替ステーションとは、貨物駅構内あるいはその近隣に位置する貨物上屋・倉庫において、一般のトラックと鉄道コンテナの間で貨物の積み替えを行う目的で、場所及びコンテナ移送等の付帯サービスを提供する施設のことである。従来は荷主自身の施設にて鉄道コンテナに積み込みし、鉄道コンテナ専用トラックで貨物駅まで持ち込む必要があったが、積替ステーションを整備することで、荷主が自社トラックで貨物駅へ直接持ち込むことができるようになるため、自社車両を有効活用できるようになった。また長距離でトラック

¹¹ 吉岡泰亮、前掲論文、63頁。

¹² 2024年10月25日実施

運行していた運送事業者は、長距離区間を貨物鉄道輸送に振り替えることでトラック運転手の負担を軽減することができる。

II. レールゲートの設置

レールゲートは、日本貨物鉄道株式会社が手掛けるマルチテナント型物流施設の名称である。港湾・空港・インターチェンジからアクセス良好な場所に立地しており、陸・海・空の輸送モードの結節点として機能することができる物流施設である。レールゲートを設置することで、トラックによる集荷料金が削減されるため、物流のトータルコストが減少する。また、自然災害や人的災害に対応した設備を要するだけでなく、環境に配慮した設備を有しているため、企業のSDGs目標に貢献することができる。このように、レールゲートの設置は輸送時間の短縮やコスト削減につながるため、モーダルシフトの促進を後押しすると考えられる。

第9節 問題意識

日本ではトラック輸送に依存した貨物輸送が主流となっているが、トラックドライバーの不足や二酸化炭素排出量など、労働面・環境面での問題が深刻化している。モーダルシフトの推進は、こうした課題に対処し、環境負荷を軽減しつつ、輸送効率を向上させるための重要な施策である。しかし、政府が掲げる目標と実際の進展には乖離が見られる。モーダルシフトの阻害要因としては、輸送時間の長さや輸送コストが挙げられており、これに対応する政策や事業者の取り組みに対する評価が求められている。本研究では、輸送機関別分担率の増減要因を特定し、これまでの政策がモーダルシフト促進に与えた効果を検証するとともに、今後の政策提言を行うことを目的とする。

第2章 先行研究及び本稿の位置づけ

第1節 先行研究

本稿では、まず輸送選択要因分析を行い、その後鉄道、船舶それぞれの政策の影響を評価する。輸送機関選択要因を分析した論文は数多く存在するが、中でも本稿との関連性が最も高いと判断した尹ほか（2005）と伊藤（2006）と櫻井ほか（2020）の3つの論文を、本稿の先行研究として取り上げる。

1つ目は、尹ほか（2005）である。当該論文では、長距離輸送における輸送機関選択の分担を分析するため、ロジットモデルを構築し、トラックと鉄道、トラックとフェリーそれぞれの輸送機関選択要因を特定した。さらに、感度分析を通じて、輸送機関選択率の変化を明らかにした。分析の結果、発着地と最寄駅・港間の時間、輸送コスト、ロットサイズが輸送機関の選択に影響を与えることが明らかになった。さらに感度分析から、フェリーと鉄道貨物選択が高まることが示唆された。

2つ目は、伊藤（2006）である。当該論文では、5つの品目を対象に北海道発の貨物を輸送する海上輸送、航空輸送、鉄道輸送の4経路について4群判別分析を行った。分析の結果、輸送距離が長いほど航空・鉄道・中長距離の海上輸送が選択され、寄港便数や高速道路の利用は近距離の海上輸送の選択に影響を及ぼすことを明らかにした。

3つ目は、櫻井ほか（2020）である。当該論文では、混合ロジットモデルを構築し、荷主の輸送機関の選択要因を明らかにした。分析の結果、ロットサイズの拡大と駅・港へのアクセス改善がモーダルシフトを促進し、所要時間の増加は輸送機関の選択に対して負の影響を与えることが分かった。本稿では、櫻井ほか（2020）を参考に変数を選択し、また変数の算出方法を参照した。

第2節 本稿の位置づけ

尹ほか（2005）の限界として、2項ロジットモデルを用いた点が挙げられる。2項ロジットモデルは2つの選択肢間の意思決定しかモデル化できないため、3つ以上の選択肢が存在する場合には、選択肢全体を正確に反映できない。実際には、トラック、鉄道、船舶という3つの選択肢があるが、分析ではトラックと鉄道、トラックと船舶に分けて比較しており、このモデルでは他の選択肢が選択に与える影響を考慮できない。伊藤（2006）の限界として、北海道発の貨物輸送のみを対象に分析を行うことである。北海道はその立地ゆえに鉄道、船舶、航空の利用が必要である。そのため、地域特性が大きく、その結果を一般化することが難しい。櫻井ほか（2020）の限界として、フェリー・RORO 船の棲み分けがなされないまま、IIA 特性が仮定されない状態で混合ロジットモデルを実行している点である。フェリー・RORO 船は航路の長さですみわけがされているが、松尾（2019）によると、両者の違いは薄れつつある。

本稿における独自性としては以下六点が挙げられる。第一に、被説明変数に輸送機関別の輸送量シェアを用いることである。これにより、先行研究では選択に与える影響に注目されていたが、実際に輸送機関別シェアにどの程度の影響を与えているのかを定量的に示

すことが可能である。

第二に、2021年に実施された第11回物流センサスの最新データを利用することである。最新の経済状況や市場動向を反映した分析により、過去の研究では明らかにされていなかった新たな知見や、現時点での施策の実効性に関する示唆を提供でき、学術的及び実務的に大きく貢献することが期待される。

第三に、輸送機関選択要因の分析だけでなく、政策評価の分析も行うことである。先行研究で明らかにされたモーダルシフトを促進する変数について、2021年のデータを用いることでその有意性を確認し、2015年から2021年の間に取り組みられた政策の効果を検証する。

第四に、分析Ⅱにおいて差の差分析を実施する。前述したように、日本ではモーダルシフト促進の様々な取り組みがこれまで行われたが、モーダルシフトは進展していない。そこで、差の差分析という先進的な手法を用いることで、これまでに実施されてきた各種の施策や取り組みの効果を厳密に評価し、その有効性を検証することを目指している。

第五に、分析Ⅱにおいて輸送距離帯別に補助金の効果を分析することである。具体的には、300～500km、500～700km、700km以上の3つの距離帯別に補助金の効果が輸送機関のシェアに与える影響を検証している。

第六に、輸送機関を鉄道貨物輸送と船舶輸送の2つに絞って分析を行うことである。今回の分析において、飛行機や新幹線などの他の輸送機関は分析対象外としている。以上の六点が本稿における新規性である。

第3章 分析

第1節 分析の方向性

本稿では、先行研究を参考に2つの定量分析(分析Ⅰ・Ⅱ)を行った。分析Ⅰでは、先行研究で明らかにされたモーダルシフトを促進する変数について、2021年のデータを用いることで、改めてその有意性を確認した。分析Ⅱでは、各政策が鉄道・船舶の輸送量シェアに与える影響を分析することで、鉄道・船舶輸送に関する政策評価を行った。

第2節 分析Ⅰ：2021年データを用いた輸送モードの決定要因

第1項 分析概要

本節の分析は、尹ほか(2005)や櫻井ほか(2020)で明らかにされたモーダルシフトを促進する変数について、2021年のデータを用いることでその有意性を確認し、政策評価の分析に繋げることが目的である。また被説明変数に都道府県間の貨物輸送において各輸送機関の輸送量が総輸送量に占める割合(輸送量シェア)を用いて説明変数の一部を対数変換することで、得られた係数を輸送量シェアに対する影響の大きさとして捉えている。データは、国土交通省によって5年毎に実施されている、全国貨物純流動調査の結果を用いている。これは、全国の対象事業者に対して行われた、3日間流動調査と年間流動調査の結果を統合したものであり、出発点から到着点までの貨物の動きを捉えた純流動統計として、全国の輸送手段を網羅的に把握する実態調査である。

第2項 検証仮説

分析Ⅱに繋げるための予備的な分析として、2021年のデータを使用して以下の2つの仮説を検証する。また、櫻井ほか(2020)においては輸送時間や事業者から主要港や駅までの距離を表すアクセス距離が用いられているが、他の変数との相関の強さやデータ取得の困難さから本稿の分析では変数として含めていない。

1) 輸送単価が高くなると全機関の輸送量シェアに負の影響を与える

輸送単価が高くなるとその機関での輸送が選択されづらくなるため、全ての機関についてその区間での輸送量シェアは減少すると考えられる。

2) ロットサイズの大きさによる輸送量シェアへの正の影響は船舶、鉄道、トラックの順で大きい

ロットサイズについては輸送機関ごとのデータが得られなかったため、注意して仮説を立てる必要がある。輸送機関ごとのデータであれば鉄道、船舶について係数が正になると考えるところである。しかし取得できたのは全輸送機関の平均データであるため、仮説と

して、正か負かは考えず、大量輸送との適合性を考慮して、係数の大きさ自体が船舶、鉄道、トラックの順で大きくなると考えた。この背景には、表にある輸送機関別のロットサイズの平均値が船舶、鉄道、トラックの順で大きいことがある。

第3項 推計式と分析の枠組み

本分析では、後述する変数の選択とデータの精緻化に基づいて、トラック・鉄道・船舶の3つの輸送機関について以下の式を推計している。また輸送量シェアに対する影響を直感的に理解しやすくするため、割合のデータは実際のデータを、割合以外のデータは対数値を使用している。

$$Share_{mij} = \alpha + \beta_1 \ln Lotsize_{mij} + \beta_2 \ln Cost_{mij} + \beta_3 Inland_{mij} + \sum_s \gamma_s Industry_{smij} + \varepsilon_{mij}$$

変数は以下のように定義する。被説明変数 $Share_{mij}$ は、輸送機関 m による都道府県 i から j への貨物輸送が、都道府県 ij 間の全輸送機関による貨物輸送の何%を占めているかを表す。また、説明変数 $Lotsize_{mij}$ は、ロットサイズ(トン/件)、 $Cost_{mij}$ は輸送単価(円/kg)を示し、対数値を用いている。 $Inland_{mij}$ は内陸ダミー、 $Industry_{smij}$ は産業 s の同区間で輸送量シェアを示す。 ε_{mij} は誤差項である。

第4項 変数選択

推計式で用いた変数について、以下で詳しく述べる。

【被説明変数】

- 輸送量シェア(トラック・鉄道・船舶)
都道府県間の貨物輸送のうち、トラック・鉄道・船舶のそれぞれが担う輸送量の割合を示す。単位は%であり、全国貨物純流動調査より、各輸送機関の輸送量(トン)を全輸送機関による物流量で除して算出している。

【説明変数】

- ロットサイズ(トン/件)
都道府県間の出荷1件当たりの貨物重量を示すもので、全国貨物純流動調査より取得している。輸送単価などほかの変数と違い、ロットサイズについては輸送機関別のデータが取得できず全輸送機関の平均となっているため、推計結果の解釈の際には注意する必要がある。
- 輸送単価(円/kg)
単位当たりの輸送費用(基本的には輸送業者に対して支払った運賃)を示すもので、こちらも全国貨物純流動調査から取得している。

【コントロール変数】

- 各産業シェア (%)

都道府県間の貨物輸送のうち、各産業が占める割合を示すもので、全国貨物純流動調査より取得している。今回の分析においては、農水産品シェア、林産品シェア、軽工業品シェア、雑工業品シェア、特殊工業品シェアの 5 つを用いている。どの地域の特色として多くを占める産業が輸送機関のシェアに影響を与えると考えたため、コントロール変数として推計に含めた。

- 内陸ダミー

発着都道府県のどちらかが内陸の県、すなわち海に面していない場合は 1 を取り、海に面している場合は 0 を取るダミー変数である。JR 貨物への聞き取り調査で、発着地の輸送環境の違いが機関の選択要因になり得ると助言を頂いたため、コントロール変数として推計に含めている。

またこれらのデータに関して、以下の条件に合致するデータを除外することで、分析の精度を高めている。

- 北海道・沖縄発着の輸送

北海道・沖縄は地理的な制約によりトラックのみで他の都道府県への貨物輸送が不可能であり、これらのサンプルを推計に含めると一般化された分析にならないと考えたため、推計から除外している。

- 輸送距離 300km 未満の輸送

国土交通省のモーダルシフト化率の定義によると、モーダルシフト化が推進されているのは輸送距離 500km 以上の長距離貨物輸送のみであったが、近年 300km~400km の中距離輸送の事例も増えてきている。そのため今回の分析においては、対象を輸送距離 300km 以上の貨物輸送に限定している。また輸送距離としては、各都道府県庁所在地間の距離を疑似的に使用している。

- 航空輸送されている貨物

使用している物流センサスデータには、航空輸送による貨物輸送も含まれている。しかし航空輸送は一度に大量輸送することが難しく、モーダルシフトの受け皿として適切ではない。したがって、今回の分析からは除外している。

- 輸送単価が取得できない区間の輸送

本分析で取得したほとんどのデータの出所となっている全国貨物純流動調査の 3 日間調査では、荷主に対するアンケート調査をもとにデータが構築されている。したがって輸送単価などのデータは回答がない区間は空欄になっており、これを 0 として分析に含めてしまうと実情との乖離が生じる。そのため本分析ではデータの取得段階で輸送単価が空欄の区間については分析対象から除外している。

	変数	観測数	平均値	標準偏差	中央値	最小値	最大値	範囲	標準誤差
トラック	輸送量シェア	1249	85.099	25.23	98.848	0.049	100	99.951	0.714
	ロットサイズ	1249	0.913	4.805	0.232	0.001	120.602	120.601	0.136
	輸送単価	1249	136.806	178.106	82.567	2.238	2538.12	2535.89	5.04
	内陸ダミー	1249	0.3	0.459	0	0	1	1	0.013
	農水産品シェア	1249	7.534	17.329	0.336	0	99.823	99.823	0.49
	林産品シェア	1249	2.136	11.269	0	0	99.478	99.478	0.319
	軽工業品シェア	1249	24.665	27.357	13.216	0	100	100	0.774
	雑工業品シェア	1249	9.412	15.981	2.951	0	99.658	99.658	0.452
	特殊品シェア	1249	1.201	6.674	0	0	84.513	84.513	0.189
鉄道	輸送量シェア	426	15.112	21.817	4.869	0	98.933	98.933	1.057
	ロットサイズ	426	1.062	3.469	0.397	0.004	60.868	60.864	0.168
	輸送単価	426	1.135	2.57	0.435	0.002	32.316	32.313	0.125
	内陸ダミー	426	0.27	0.444	0	0	1	1	0.022
	農水産品シェア	426	7.615	16.575	0.885	0	89.016	89.016	0.803
	林産品シェア	426	0.627	3.868	0	0	59.196	59.196	0.187
	軽工業品シェア	426	24.068	24.996	14.467	0	99.629	99.629	1.211
	雑工業品シェア	426	6.679	11.095	2.624	0	86.48	86.48	0.538
	特殊品シェア	426	1.247	7.264	0	0	84.513	84.513	0.352
船舶	輸送量シェア	205	29.465	31.174	12.703	0.083	99.583	99.5	2.177
	ロットサイズ	205	2.033	7.14	0.562	0.042	75.155	75.112	0.499
	輸送単価	205	0.464	0.822	0.239	0.001	6.433	6.432	0.057
	内陸ダミー	205	0.259	0.439	0	0	1	1	0.031
	農水産品シェア	205	4.106	9.612	0.307	0	58.386	58.386	0.671
	林産品シェア	205	0.712	2.914	0	0	31	31	0.204
	軽工業品シェア	205	17.923	20.617	9.98	0	97.754	97.754	1.44
	雑工業品シェア	205	7.278	10.663	3.313	0	68.959	68.959	0.745
	特殊品シェア	205	1.587	7.512	0.002	0	73.693	73.693	0.525

表 2 分析 I の記述統計量

第 5 項 結果

表 2 の推計結果をもとに、設定した仮説を検証していく。

1) 輸送単価が高くなると全機関の輸送量シェアに負の影響を与える。

全ての輸送機関において、輸送単価の係数の符号は有意に負となっており、仮説は立証される。係数の絶対値の大きさを見ると船舶、鉄道、トラックの順で大きいことから、同順で輸送単価の下落による輸送量シェアへの正の影響が大きいことが分かる。

2) ロットサイズの大きさによる輸送量シェアへの正の影響は船舶、鉄道、トラックの順で大きい。

ロットサイズの係数を見ると、船舶、鉄道、トラックの順で係数が大きいことが分かる。したがって仮説は立証され、ロットサイズの大きさによる輸送量シェアへの正の影響

は、船舶、鉄道、トラックの順で大きい。以上より、鉄道の輸送時間を除いて概ね予想通りの推計結果が得られ、先行研究が導き出した結論が2021年においても変わらず正しいことが示された。

	トラック	鉄道	船舶
切片	87.854***(3.506)	34.890***(4.508)	70.867***(5.686)
ロットサイズ (対数値)	-6.562***(0.541)	-2.951***(0.790)	5.953***(1.478)
輸送単価 (対数値)	-4.246***(0.860)	-6.578***(1.046)	-9.809***(1.715)
内陸ダミー	8.603***(1.218)	-2.710(2.092)	-10.032*(4.220)
農水産品シェア	0.092**(0.032)	-0.075(0.052)	-0.499***(0.148)
林産品シェア	0.258***(0.059)	-0.013(0.137)	-0.943*(0.368)
軽工業品シェア	0.020(0.029)	0.126*(0.059)	-0.130(0.134)
雑工業品シェア	0.177***(0.027)	-0.158*(0.065)	-0.468**(0.147)
特殊品シェア	0.154(0.149)	-0.194***(0.053)	-0.020(0.205)
観測数	1249	426	205
自由度調整済み決定係数	0.208	0.134	0.391
有意水準	* 10% ** 5% *** 1%		

表 3 分析 I の推計結果 ※()内は標準誤差

第 3 節 分析 II : 鉄道と船舶輸送に関する政策評価

第 1 項 分析概要

本節の分析では、鉄道・船舶輸送に関する政策評価を行うため、政策が導入される前後を比較した差の差分分析を行っている。使用したデータは、分析 I と同様に全国貨物純流動調査の調査結果を用いたほか、日本貨物鉄道株式会社へのヒアリングや、国土交通省が公開している「物流総合効率化法の認定状況」から取得している。鉄道に関しては、第 1 章第 8 節で取り上げた鉄道のモーダルシフトに関する政策である、積替ステーション、レールゲート、補助金に注目して分析を行う。鉄道の輸送量シェアを被説明変数とし、それぞれの政策が導入されている場合を処置群、されていない場合を対象群として、差の差分分析を行うことで各政策の導入が鉄道の輸送量シェアに与える影響を明らかにする。また、船舶に関しては、船舶へのモーダルシフトに対する補助金政策を対象に、船舶の輸送量シェアに与える影響を分析する。図 1 で 500 km 以上の距離帯ではそれ以下と比べて輸送モード間のシェアの変動がみられたことを踏まえ、区間が定められた上で交付されている補助金政策に関しては距離帯によって効果に違いがあると考え、距離帯別のダミー変数を追加した分析を行っている。積替ステーションとレールゲートについては都道府県単位で設置される故に距離帯別の効果を導き出す意義は小さいと考え、距離帯による効果の分析は行

っていない。

第2項 検証仮説

2015年と2021年のデータを用いて、それぞれの政策に関する以下の4つの仮説を検証する。

1) レールゲートの導入は鉄道の輸送量シェアに正の影響を与える。

レールゲートにより、鉄道と他の輸送モード（特にトラック、海運、航空）間の貨物の積み替えがスムーズに行われ、物流全体の効率が向上する。そのため、レールゲートの導入によって鉄道輸送の利用が促進されると考えられる。

2) 積替ステーションの導入は鉄道の輸送量シェアに正の影響を与える。

積替ステーションにより、貨物をまとめて一度に輸送できるため、より多くの貨物を一度に輸送することが可能になる。その結果、鉄道の輸送効率が向上し、鉄道の物流量が増加すると考えられる。加えて、異なる輸送モード間での貨物の積み替えがスムーズに行われるようになり、インターモーダル輸送が促進されることで、鉄道輸送の利用拡大につながると考えられる。

3) 鉄道のモーダルシフトに関する政策への補助金は、輸送距離が 500km～700km の時に最も効果が大きくなる。

現状分析にもある通り、輸送距離が 500km を超えると鉄道・船舶ともに輸送量シェアが増え始めるため、鉄道モーダルシフトに関する政策への補助金の効果が最も大きくなると考えられる。300km 以下や 300km～500km といった短距離の輸送は、かかるコストや労力の面から鉄道よりもトラックでの輸送が優位であり、潜在的な需要が少ないと考えられるため鉄道へのモーダルシフト政策による効果はあまり見込めない。一方で、輸送のキャパシティの違いから 700km 以上の場合は次に述べる通り、鉄道よりも船舶へのモーダルシフトがより効果的であると考えた。

4) 船舶のモーダルシフトに関する政策への補助金は、輸送距離が 700km 以上の時に最も効果が大きくなる。

輸送距離が 700km 以上と長距離の場合、同様に輸送キャパシティの観点からトラックや鉄道に比べ船舶輸送が優位になるため、船舶モーダルシフトに関する政策への補助金の効果が最も大きくなると考えられる。船舶は鉄道よりも一度に大量の貨物を輸送できるという利点があるため、700km 以上の長距離輸送が必要となる区間において、潜在的な需要が鉄道よりも多いと考えた。

第3項 推計式と分析の枠組み

本分析では、後述する変数の選択とデータの精緻化に基づいて、鉄道と船舶のモーダルシフトに関する政策評価を行う。

鉄道・船舶の各政策に関して、以下の推計式で分析を行う。政策の導入による、鉄道・

船舶の輸送量シェア(%)への影響を分析するため、政策が導入されている場合を処置群、導入されていない場合を対象群として差の差分分析を用いた。また、各年の外的要因の影響と都道府県ごとの特性による影響を取り除くため、時点固定効果と個体固定効果を用いている。分析 I と同様に、弾力性を直感的に理解しやすくするため、割合のデータは実際のデータを、割合以外のデータは対数値を使用している。

$$Y_{ijt} = \alpha + \sum_s \beta_s \ln X_{sijt} + \sum_k \gamma_k \text{dist_class}_{kij} * \text{after}_t + \sum_p \delta_p \text{Measure}_{pij} * \text{after}_t + \sum_k \vartheta_k \text{Subsidy}_{ij} * \text{dist_class}_{kij} * \text{after}_t + \lambda_t + \mu_{ij} + \varepsilon_{ijt}$$

X_{sijt} は分析 I でモーダルシフトの促進に効果があることが明らかにされた Lotsize と Cost の両変数で、都道府県 ij 間の、時点 t の輸送におけるものを示している。これらの変数は分析 I と同様対数値に変換している。 dist_class_{kij} は輸送区間の距離帯別のダミー変数で、300km~500km ダミー、500km~700km ダミー、700km~ダミーの 3 つの変数がある。 after_t は処置期間後ダミーで、2021 年のデータであれば 1 を取るダミー変数である。 Measure_{pij} は施策ダミーで、鉄道の分析についてのみ使用する。内容としてはレールゲートダミーと積替ステーションダミーである。 Subsidy_{ij} は鉄道・船舶共通の変数で、都道府県 ij 間の輸送に補助金が交付されていれば 1 を取るダミー変数である。 λ_t は時点固定効果、 μ_{ij} は個体固定効果、 ε_{ijt} は誤差項である。

第 4 項 変数選択

分析で用いる変数を以下に挙げ、詳細を述べる。また、被説明変数である輸送量シェア(鉄道・船舶)と、コントロール変数であるロットサイズ(トン/件)と輸送単価(円/kg)に関しては、本章の第 2 節第 4 項にて記載しているため、本項での説明は省略する。

【説明変数】

今回の分析においては、国土交通省による全国貨物純流動調査の 2015 年と 2021 年の 2 時点のパネルデータを用いているため、2021 年までに政策が導入されている場合を 1、されていない場合を 0 とするダミー変数を設定した。

- レールゲートダミー
2020 年に運用を開始した東京レールゲート WEST がある東京発着の区間を 1、それ以外を 0 とした。
- 積替ステーションダミー
2020 年に利用が開始された新座貨物ターミナル駅(埼玉県)、松山貨物駅(愛媛県)、水沢駅(岩手県)、東京貨物ターミナル駅(東京都)のある都道府県発着の区間を 1、それ以外を 0 とした。
- 補助金ダミー(鉄道・船舶)
2005 年に制定された物流の総合的な効率化の促進に関する法律である物流総合効率化法

に基づき、国の認可条件をクリアして補助金を得ている鉄道・船舶の輸送区間を1とするものである。補助金の変数は金額にするのが理想的であるが、どの区間にどのくらいの金額を出したのかのデータは取得できなかつたため、本分析ではダミー変数とした。

- 距離帯別ダミー（鉄道・船舶）

補助金の効果を距離帯別に観測するため、補助金ダミーと2021年ダミーの交差項に、距離帯別ダミーをかけている。300km～500kmダミー、500km～700kmダミー、700km～ダミーの3種類があり、それぞれの割合はおおむね2割から4割の間に収まっている。

また、分析の精度を高めるため、本章の鉄道・船舶輸送に関する分析では、分析Iと同様に、「北海道・沖縄発着」、「輸送距離300km未満の輸送」、「輸送単価が取得できない区間の輸送」の条件に合致するデータを除外している。

		観測数	平均値	標準偏差	中央値	最小値	最大値	範囲	標準誤差
鉄道	輸送量シェア	925	7.572	17.426	0.342	0	100	100	0.571
	ロットサイズ	925	1.074	2.871	0.436	0.004	60.868	60.864	0.094
	輸送単価	925	54.126	115.575	21.786	0.181	1607.146	1606.965	3.8
	距離別ダミー	925	1.054	0.847	1	0	2	2	0.028
	2021年ダミー	925	0.549	0.498	1	0	1	1	0.016
	補助金ダミー	925	0.191	0.394	0	0	1	1	0.013
	レールゲートダミー	925	0.045	0.208	0	0	1	1	0.007
船舶	積替ステーションダミー	925	0.162	0.369	0	0	1	1	0.012
	輸送量シェア	451	30.204	30.442	16.878	0.02	99.583	99.563	1.433
	ロットサイズ	451	1.557	5.081	0.548	0.016	75.155	75.139	0.239
	輸送単価	451	23.006	30.765	12.617	0.03	272.651	272.621	1.449
	距離別ダミー	451	0.962	0.841	1	0	2	2	0.04
	2021年ダミー	451	0.455	0.498	0	0	1	1	0.023
	補助金ダミー	451	0.146	0.384	0	0	2	2	0.018

表4 分析IIの記述統計量

第5項 結果

表4の推計結果をもとに、設定した仮説について検証していく。今回の分析では、2015年と2021年の2時点での差の差分析を行っているため、各政策ダミー×2021年ダミーの交差項を確認することで2015年から2021年にかけてどの程度変化したのかを読み取る。

1) レールゲートの導入は鉄道の輸送量シェアに正の影響を与える。

レールゲートダミー×2021年ダミーの係数は10%水準で正に有意となり、係数は6.847であった。この結果から、仮説1は支持され、レールゲートの導入は鉄道へのモーダルシフト促進にプラスの効果があることが分かった。

2) 積替ステーションの導入は鉄道の輸送量シェアに正の影響を与える。

積替ステーション×2021年ダミーの係数は有意な結果を示さなかつたため、仮説2は支持されなかつた。

3) 鉄道のモーダルシフトに関する政策への補助金は、輸送距離が500km～700kmの時

に最も効果が大きくなる。

補助金ダミー×距離帯別ダミー×2021年ダミーの係数は、500km～700kmの場合のみ1%水準で正に有意であり、基準となる補助金ダミーと2021年ダミーの交差項と700km以上の場合には有意な結果を示さなかった。したがって300km～500kmの区間への補助金は輸送量シェアに有意に正の影響を与えないが、300km～500kmの輸送に比べて500km～700kmの輸送では補助金に対する効果が大きいことが分かる。しかし700km以上の輸送に対する効果とは有意な差は見られず、500km～700kmの時に最も効果が大きくなるとする本仮説は部分的に立証されたとと言える。

4) 船舶のモーダルシフトに関する政策への補助金は、輸送距離が700km以上の時に最も効果が大きくなる。

補助金ダミー×距離帯別ダミー×2021年ダミーの係数は、500km～700kmの場合のみ5%水準で正に有意であり、300km～500km、700km以上の場合には有意な結果を示さなかった。したがって鉄道と同じように、300km～500kmの輸送に対しては有意に正の影響を与えないが、500km～700kmの輸送は300km～500kmの輸送に比べて、補助金に対する効果が有意に大きい。また700km以上の区間では300km～500kmの区間との補助金の効果の有意な差は見られなかった。したがって船舶に対する輸送量シェアの補助金に対する影響は700km以上の区間において最も大きいとする本仮説は立証されなかった。

また、有意な結果が得られた範囲で500～700km区間への補助金が、各輸送機関の輸送量シェアに与える影響について考える。鉄道に関しては、補助金ダミーと2021年ダミーの交差項は、本稿の分析において有意な結果を示さなかったため、300～500km区間における補助金が鉄道の輸送量シェアに与える影響は無いと言えるだろう。また、補助金ダミー、2021年ダミー、500km～700km区間の距離帯ダミーの交差項の係数は9.789であった。これは500km～700kmの区間では、基準値である300～500km区間の補助金が与える影響よりも、9.789%大きな影響を与えることを示す。本稿では300～500km区間への補助金の影響は見られなかったため、補助金の交付は500km～700kmの鉄道の輸送量シェアに対して9.789%の影響力を持つことがわかる。同様に船舶についても導出すると、補助金ダミーと2021年ダミーの交差項は、本稿の分析において有意な結果を示さなかったため、300～500km区間における補助金が鉄道の輸送量シェアに与える影響は無いと考える。また、補助金ダミー、2021年ダミー、500km～700km区間の距離帯ダミーの交差項の係数は19.05であったため、補助金の交付は500km～700kmの鉄道の輸送量シェアに対して19.05%の影響力を持つことがわかる。したがって500km～700kmの区間では補助金に対する効果は船舶の方が大きく、これは中長距離帯では規模の違いから船舶の方がモーダルシフトのハードルが低いことを反映していると考えられる。

	鉄道	船舶
ロットサイズ (対数値)	0.0559	11.49*** (2.197)
輸送単価 (対数値)	-2.430** (1.218)	-2.901** (1.406)
レールゲート×2021年	6.847* (3.821)	-
積替ステーション×2021年	-0.9369 (3.705)	-
補助金×2021年	-1.922 (2.426)	-0.9954 (7.151)
500km~700kmダミー×2021年	-10.31*** (2.696)	11.08** (5.613)
700km~ダミー×2021年	-20.28*** (3.220)	18.36*** (5.977)
補助金×500km~700kmダミー×2021年	9.789*** (3.654)	19.05** (9.634)
補助金×700km~ダミー×2021年	3.021 (7.886)	6.096 (10.35)
個体固定効果	Yes	Yes
年固定効果	Yes	Yes
観測数	925	451
R2	0.83365	0.90267
Within R2	0.18131	0.30562
有意水準	* 10% ** 5% ***1%	

表 5 分析Ⅱの推計結果 ※ () 内は標準誤差

第4章 政策提言

第1節 政策提言の方向性

本分析では、各輸送機関の属性と、鉄道および船舶において実施されてきた政策や取り組みの効果が輸送量シェアに与える影響を明らかにした。その結果、輸送コストの削減が鉄道および船舶の選択に対して正の影響を及ぼすことが確認された。また、鉄道政策として実施されているレールゲートおよび輸送距離帯 500km~700km に対する補助金は鉄道の選択を促進する効果があることが実証された。一方で、船舶に対する距離帯 500km~700km の補助金は、船舶の選択を促進することが明らかとなった。以上の結果から、モーダルシフトを促進するためには、鉄道および船舶輸送のコスト削減および補助金政策の実施、さらには鉄道輸送におけるレールゲートが効果的であるといえる。また、JR 貨物本社の鉄道ロジスティック本部への聞き取り調査¹³、国土交通省の物流・自動車局への聞き取り調査¹⁴も行い、その結果も踏まえて政策提言を行う。以下では、分析結果をもとに二つの提言を提示する。

【政策提言Ⅰ レールゲートの設置促進】

【政策提言Ⅱ 輸送距離 500km~700km の補助金枠の設置】

レールゲートの設置により鉄道輸送量の増加が見込まれることから、鉄道輸送を強化するためのレールゲート設置促進政策（政策提言Ⅰ）を提案する。また、現行の補助金制度はモーダルシフトと認定された事業に対して補助金を支給するものであるが、補助金の効果を最大限に発揮するために、鉄道および船舶貨物輸送において距離帯 500km~700km に集中して補助金を付与する制度の設置を提言する（政策提言Ⅱ）。

第2節 政策提言

第1項 レールゲートの設置促進

- 提言対象：国土交通省、JR 貨物
- 政策を打ち出す理由

本稿の分析結果から、レールゲートは鉄道輸送量の増加に寄与しているものの、積替ステーションは輸送量への影響が限定的であることが判明した。この結果から、鉄道輸送量シェアの拡大には、駅でのトラックからの積替え機能の拡充のみでは不十分であり、物流倉庫としての機能を併せ持つ施設が求められるといえる。

JR 貨物への聞き取り調査¹⁵によると、積替ステーションがトラックから鉄道への積み替えの円滑化を主な機能とするのに対し、レールゲートは空港や道路、港の近隣に位置し、陸・海・空の物流が交わる結節点としての役割を果たす。また、レールゲートは保管や流

¹³ 2024年10月16日、11月1日に実施

¹⁴ 2024年10月25日に実施

¹⁵ 2024年10月16日に実施

通加工、定温管理の物流や配送センター機能なども備えた多機能かつ汎用性の高い大型マルチテナント型物流施設であり、地域の物流拠点としての役割も期待されている。この施設によって、駅内で保管・積替え・輸送の一貫した運用が可能となり、トラック配達コストの削減、全体的な物流コストの低減、荷役時間の短縮が期待される。さらに、JR 貨物は2022年に東京と札幌に新たなレールゲートを設置しており、地方の特性に合わせて鉄道輸送とレールゲートの活用を進めている。例えば、北海道では、DPL 札幌レールゲートを拠点とし、道内の都市と鉄道コンテナ輸送が可能な体制を構築している。また、貨物駅と物流拠点が遠い場合、鉄道を利用しても輸送コストの大幅な削減は期待できない。しかし、レールゲートを利用することで貨物駅と物流拠点が近くなり、物流全体のコスト削減が可能となる。分析の結果、輸送単価が低下するほど鉄道貨物量が増えることが示されている。

このように、レールゲートは地域の特性に応じた活用が可能であり、トラックドライバーの不足や環境面への配慮という観点からも、地方拠点へのレールゲート設置とより大規模な鉄道貨物輸送への移行が重要である。さらに、マルチテナント型物流施設であるため、地方の荷主や物流事業者など他事業者への影響も大きく、政府の積極的な関与が必要であるといえる。

● 内容

地方の鉄道貨物輸送の拠点としてレールゲートを設置するため、政府による政策支援を行う。レールゲートは道路、空港、港など他の輸送機関との結節地点に位置することが望ましい。そのため、主要なターミナル駅が位置し、取扱い貨物量が多く、他の輸送機関との連携が整っている福岡県、愛知県、大阪府、宮城県に設置することが適当である。レールゲートの設置には、地方自治体や政府との協議による計画策定期間や費用がかかるため、JR 貨物によるレールゲートの全国的な拡大を促進するために、政府は開発許可の配慮や、税制上の特例措置を実施することが望ましい。

● 期待される効果

レールゲートの設置により、物流拠点が駅に近接することで、駅から倉庫へのトラック輸送費用の削減と輸送時間の短縮が期待される。これにより、荷主が懸念する輸送時間とコストの削減に寄与することが見込まれる。また、トラック輸送から鉄道貨物輸送への転換により、環境面でも二酸化炭素排出量の削減が期待される。

費用および時間の削減効果

具体的な効果を以下に示す。まず、輸送費用と時間について検討する。貨物駅から物流拠点までの距離短縮がもたらす費用および時間の削減効果を評価するため、次の前提条件を仮定する。

駅からレールゲートまでの距離	1km
駅からレールゲートを使わない場合の物流拠点までの距離	15km
貨物駅の所在地 種別	政令指定都市 ¹⁶
トラックの平均時速	31.6km/h ¹⁷

¹⁶ 日本貨物鉄道株式会社（2023）5 頁より、福岡県、愛知県、宮城県は県内の政令指定都市に貨物ターミナル駅をもつ。

¹⁷ 国土交通省（2015b）「平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査 集計結果整理表」
(<https://www.mlit.go.jp/road/census/h27/data/pdf/syuukei05.pdf>) 2024/11/04 データ取得

コンテナホーム⇄集貨先/配達先の横持ち料金	13,800 円（政令指定都市・距離 20km まで・12ft コンテナ 1 基） ¹⁸
コンテナホーム⇄レールゲート横持ち料金	5,000 円程度（12ft コンテナ 1 基） ¹⁹

この条件下では、貨物駅と物流拠点の距離が 14km 短縮され、輸送時間は 26.46 分、費用は 12ft コンテナ 1 基あたり 8800 円削減できることが見込まれる。

分析結果から、レールゲート設置により、発着地を基点とした鉄道貨物輸送のシェアは 6.847% 増加することが明らかになった。この増加率を用いて、福岡県、愛知県、大阪府、宮城県にレールゲートを設置した場合の鉄道貨物輸送量の増加、およびそれに伴う二酸化炭素排出量削減とトラック台数の省力化について算出する。

鉄道貨物輸送量の増加

まず、レールゲートを設置した県の鉄道貨物輸送量の増加を以下の式で算出する。データは、「第 11 回全国貨物純流動調査」を用いた。

$$\begin{aligned} & \text{県の年間鉄道貨物輸送量の増加量 (単位: トン)} \\ & (\text{年間の鉄道貨物輸送量} \div 3 \text{ 日間調査の鉄道貨物輸送量}) \\ & \times 3 \text{ 日間調査の県の鉄道貨物輸送量} \times \text{距離帯 300km 以上の割合} \times 6.847\% \end{aligned}$$

二酸化炭素排出量の削減効果

二酸化炭素排出量の算出方法には、国土交通省（2004）を参考とし、二酸化炭素排出原単位には国土交通省（2024b）から、トラックの二酸化炭素排出原単位を $208(g - CO_2/t \cdot km)$ 、鉄道の二酸化炭素排出原単位を $20(g - CO_2/t \cdot km)$ と設定する。増加した鉄道貨物輸送量はすべてトラックからの転換をと仮定し、発着地の輸送距離は 300km 以上の区間における平均値を採用した。

現状のトラックによる二酸化炭素排出量の計算式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} & \text{トラックの年間二酸化炭素排出量 (単位: トン)} \\ & \text{県の年間鉄道貨物輸送量の増加量} \times \text{発着地の輸送距離} \times 208 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

転換後の鉄道による二酸化炭素排出量の計算式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} & \text{鉄道の年間二酸化炭素排出量 (単位: トン)} \\ & \text{県の鉄道貨物輸送量の増加量} \times \text{発着地の輸送距離} \times 20 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

二酸化炭素排出の削減量は以下の通りである。

$$\begin{aligned} & \text{年間二酸化炭素排出の削減量 (単位: トン)} \\ & \text{トラックの年間二酸化炭素排出量} - \text{鉄道の年間二酸化炭素排出量} \end{aligned}$$

二酸化炭素排出削減率は以下の通りである。

$$\begin{aligned} & \text{二酸化炭素排出削減率 (単位: \%)} \\ & \text{年間二酸化炭素排出量の削減量} \div \text{トラックの年間二酸化炭素排出量} \end{aligned}$$

トラック台数の削減効果

次に、トラック台数の削減効果について述べる。日本貨物鉄道株式会社（2024a）によ

¹⁸ 2024 年 11 月 1 日 JR 貨物への聞き取り調査より

¹⁹ 2024 年 11 月 1 日 JR 貨物への聞き取り調査より

ると、貨物列車1編成あたり650トンの輸送能力があり、これはトラック65台分に相当する。以下の計算式を用いてトラック台数の削減効果を算出する。

トラック台数 (単位: 台)
$\text{県の年間鉄道貨物輸送量の増加量} \div 650 \times 65$

レールゲートを福岡県、愛知県、大阪府、宮城県に設置すると、以下のような効果が期待される。

	変化量(t)	二酸化炭素排出削減量(t)	二酸化炭素排出削減率(%)	トラック省力分(台)
福岡	73451	10005	90%	7345
愛知	70873	6867	90%	7087
大阪	36325	3454	90%	3633
宮城	31974	4227	90%	3197

表 6 レールゲート設置の効果

(筆者作成)

● 実現可能性

レールゲートの設置には、地方自治体との連携や許可、さらに莫大な費用や期間がかかる。しかし、二酸化炭素排出量の効果やトラック省力化の影響は大きいと見られるため、レールゲート設置を推し進めるべきである。これまで、レールゲートは東京・北海道に建設され、また4月から千葉県で着工²⁰し、レールゲート建設は進んでいる。物流総合効率化法では、物流施設を建築する際に、政府による開発許可の配慮や税制上の特例措置、財政投融資が受けられるため、レールゲートにおいても同様の支援が可能であると考えられる²¹。

しかし、設置場所が偏ることが懸念される。レールゲートは他の輸送モードとの結節点であるため、他の輸送機関が発展していない場合、設置が遅れる恐れがある。

第2項 輸送距離500km～700kmの荷主への補助金枠の設置

● 提言対象：国土交通省、地方公共団体

● 政策を打ち出す理由

本稿の分析結果から、輸送距離帯500km～700kmにおいて補助金受給件数が増加するほど、鉄道および船舶貨物輸送のシェアが上昇することが明らかになった。現在、物流総合効率化計画は公募制を採用しており、認定基準を満たした事業に対して補助金が交付されている。しかし、限られた予算内でモーダルシフトを効果的に推進するためには、500km～700km区間に特化して認定件数を増加させる取り組みが必要である。この区間は仙台～静岡、東京～大阪、大阪～福岡といった都市圏同士を結んでおり、潜在的な需要が大きいと考えられる。

● 内容

具体的な提案として、現行の補助金枠の中に輸送距離帯500km～700kmの区間に限定した

²⁰ 日本貨物鉄道株式会社 (2024b) 「大型マルチテナント型物流施設「DPL千葉レールゲート」着工」

(https://www.jrfreight.co.jp/info/2024/files/20240313_02.pdf) 2024/11/04 データ取得

²¹ 国土交通省 (2024f) 「物流総合効率化法に基づく支援」

(<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/bukkouhou.html#section-2>) 2024/11/04 データ取得

補助金枠を新設することを提案する。500km～700km 区間専用の補助金枠を設けることで、この距離帯の輸送事業者に対する補助金配分の割合が増加し、結果としてモーダルシフトが促進されると期待される。この提案は、既存予算内で枠組みを調整するのみで追加的な費用が発生せず、実行可能性が高い。ただし、この補助金枠を有効活用するためには、地方自治体が500km～700km 区間でモーダルシフトを計画する事業者に対し、産業特性を踏まえた働きかけを強化することが求められる。

● 期待される効果

分析結果によると、500km～700km 区間に補助金を提供した場合、その区間における鉄道輸送量のシェアは9.789%、船舶輸送量のシェアは19.05%増加することが明らかとなった。この増加率を用いて、例えば補助金が支給されていない東京～青森間で補助金を提供した場合、鉄道および船舶貨物輸送量の増加、それに伴う二酸化炭素排出量の削減とトラック台数の削減効果を算出する。

鉄道および貨物輸送量の増加

まず、補助金による鉄道貨物輸送量の増加量は、以下の式を用いて算出する。データには「第11回全国貨物純流動調査」を用いた。

$$\begin{aligned} & \text{区間の年間鉄道貨物輸送量の増加量(単位：トン)} \\ & \quad (\text{年間の鉄道貨物輸送量} \div \text{3日間調査の鉄道貨物輸送量}) \\ & \quad \times \text{3日間調査における区間の鉄道貨物輸送量} \times 9.789\% \end{aligned}$$

同様に、船舶貨物輸送量の増加量は以下の式で計算する。

$$\begin{aligned} & \text{区間の年間船舶貨物輸送量の増加量(単位：トン)} \\ & \quad (\text{年間の船舶貨物輸送量} \div \text{3日間調査の船舶貨物輸送量}) \\ & \quad \times \text{3日間調査における区間の船舶貨物輸送量} \times 19.05\% \end{aligned}$$

二酸化炭素排出量の削減効果

次に、二酸化炭素排出量の削減量については、国土交通省（2004）の算出方法を参考にし、排出原単位としてトラック $208(g - CO_2/t \cdot km)$ 、船舶 $43(g - CO_2/t \cdot km)$ 、鉄道 $20(g - CO_2/t \cdot km)$ を採用した。増加した鉄道および船舶輸送量はすべてトラックからの転換と仮定し、発着地の輸送距離として東京と青森間の距離を設定した。

現状のトラックによる二酸化炭素排出量の計算式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} & \text{トラックの年間二酸化炭素排出量 (単位：トン)} \\ & \quad \text{年間鉄道貨物輸送量の増加量} \times \text{輸送距離} \times 208 \times 10^{-6} \\ & \quad \text{年間船舶貨物輸送量の増加量} \times \text{輸送距離} \times 208 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

転換後の鉄道による二酸化炭素排出量の計算式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} & \text{鉄道の年間二酸化炭素排出量 (単位：トン)} \\ & \quad \text{年間鉄道貨物輸送量の増加量} \times \text{輸送距離} \times 20 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

鉄道への転換後による二酸化炭素排出の削減量は以下の通りである。

$$\begin{aligned} & \text{鉄道への転換による年間二酸化炭素排出の削減量 (単位：トン)} \\ & \quad \text{トラックの年間二酸化炭素排出量} - \text{鉄道の年間二酸化炭素排出量} \end{aligned}$$

転換後の船舶による二酸化炭素排出量の計算式は以下の通りである。

$$\text{船舶の年間二酸化炭素排出量 (単位: トン)} \\ \text{年間船舶貨物輸送量の増加量} \times \text{輸送距離} \times 43 \times 10^{-6}$$

船舶への転換後による二酸化炭素排出の削減量は以下の通りである。

$$\text{船舶への転換による年間二酸化炭素排出の削減量 (単位: トン)} \\ \text{トラックの年間二酸化炭素排出量} - \text{船舶の年間二酸化炭素排出量}$$

二酸化炭素排出量削減率は以下の通りである。

$$\text{二酸化炭素排出量削減率 (単位: \%)} \\ \text{年間二酸化炭素排出量の削減量} \div \text{トラックの年間二酸化炭素排出量}$$

トラック台数の削減効果

次に、トラック台数の削減効果について述べる。日本貨物鉄道株式会社（2024a）によると、貨物列車1編成の輸送能力は650トンであり、これはトラック65台分に相当する。この情報をもとに、以下の計算式を用いてトラック台数の削減効果を算出する。

$$\text{トラック台数 (単位: 台)} \\ \text{区間の年間鉄道貨物輸送量の増加量} \div 650 \times 65$$

一方、船舶については、国土交通省（2017）によると、499 総トン級の一般的な内航貨物船1隻は、10 トントラック約160台分の貨物量を運搬できる。この情報をもとに、以下の計算式でトラック台数の削減効果を算出する。

$$\text{トラック台数 (単位: 台)} \\ \text{区間の年間船舶貨物輸送量の増加量} \div 1600 \times 160$$

例えば、東京～青森区間で補助金を提供する場合、これにより下記のような削減効果が期待される。

	変化量(t)	二酸化炭素排出削減量(t)	二酸化炭素排出削減率(%)	トラック省力分(台)
鉄道	2864	311	90%	286
船舶	42451	4044	79%	4245

表 7 補助金枠の設置の効果

(筆者作成)

● 実現可能性

現在、モーダルシフトの推進においては、政府補助金によるインセンティブの付与が不可欠である。特に500km～700kmの区間は大規模商圏同士を結ぶ距離であるため、その効果は非常に大きい。現状では、補助金の枠組みが公募型であり、基準が明確でないが、500km～700kmの区間に特定の枠を設けることで、荷主のモーダルシフトに対する意識変革が促進されると推測される。また、鉄道駅や港湾の利用促進により、新たな雇用の創出を通じて地域経済の活性化にも貢献できると考えられる。さらに、追加の費用をかけずに二酸化炭素排出量削減やトラックドライバーの省力化が可能であるため、費用対効果の面でも大きな利点があると評価できる。この政策には国土交通省と地方自治体の連携が不可欠

であるが、国土交通省への聞き取り調査²²によると、両者の連携は現在進展途中だが、さらなる協力が求められる。

第3節 政策提言のまとめ

本稿の分析結果から、日本における物流システムの効率向上と環境負荷軽減のためには、モーダルシフトを促進する政策が不可欠であることが明らかとなった。特に、物流拠点となる鉄道貨物施設の整備と補助金枠の設置が、鉄道や船舶の利用拡大に重要な役割を果たすと示唆された。

第一の政策提言は、レールゲートの設置促進である。レールゲートは鉄道と他の輸送モードとのスムーズな接続を可能にし、荷主にとっての利便性を向上させるとともに、輸送コストの削減や環境負荷の低減をもたらす。特に地方におけるレールゲートの設置は、地域経済の活性化にも寄与するものであり、トラックドライバー不足問題への対策としても効果が見込まれる。

第二の政策提言は、輸送距離 500km～700km に特化した補助金枠の設置である。中距離区間でのモーダルシフトは、都市間輸送や主要商圈間の物流効率化に直結するものであり、この範囲での鉄道および船舶の利用促進が実現すれば、二酸化炭素排出削減およびトラック輸送量の低減効果が期待できる。現行の補助金制度では公募型の枠組みが中心となっているが、特定の距離帯に特化することで、荷主のモーダルシフトに対する意識変革が促され、より効果的な物流効率化が可能となる。

このように、本稿の提言は、物流効率の向上と環境保護の両立に寄与し、持続可能な物流ネットワーク構築への道筋を示すものである。

²² 2024年10月25日に実施

第5章 おわりに

本稿は、日本の物流を取り巻く現状と課題を踏まえ、トラック依存からの脱却を目指したモーダルシフトの重要性を論じた。物流におけるトラック依存の影響は、トラックドライバーの人手不足や高齢化問題、さらには二酸化炭素排出の増加といった労働面・環境面での課題を招いており、これらに対する効果的な解決策として、鉄道や船舶へのシフトが求められている。分析を通じて、輸送単価、レールゲートなどの施設整備、および距離帯別の補助金政策が、物流の効率化と環境負荷の軽減に有効であることが示された。これらの結果を踏まえ、本稿ではレールゲートの設置促進と輸送距離 500km~700km に特化した補助金枠の設置を提言した。モーダルシフトの実現には、国や地方自治体と物流事業者の連携が不可欠であり、各主体が一体となって推進する取り組みが必要である。

しかし、本稿は 2015 年から 2021 年に始まった取り組みを対象としているため、2021 年以降に増加した施策については十分に考察できていない。今後の課題として、物流政策の効果を定期的に評価し、荷主のニーズに応じた柔軟な制度設計が求められる。

本稿の執筆にあたり、国土交通省と JR 貨物の方々にデータ取得や聞き取り調査の面で多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を表す。最後に、我々の研究が日本のモーダルシフト促進に寄与することを願って、本稿の締めとする。

先行研究・参考文献

引用文献

- 伊藤秀和(2006)「遠隔地における荷主の輸送行動モデル分析—北海道を例に—」『日本物流学会誌』第14号
- 環境省(2021)「地球温暖化対策計画」(<https://www.env.go.jp/content/900440195.pdf>) 2024/11/04 データ取得
- 公益社団法人全日本トラック協会(2024a)「第6回働き方改革モニタリング調査について」(<https://jta.or.jp/wp-content/uploads/2024/05/hatarakikata2024chosa.pdf>) 2024/11/04 データ取得
- 公益社団法人全日本トラック協会(2024b)「知っていますか?物流の2024年問題」(<https://jta.or.jp/logistics2024-1p>) 2024/11/04 データ取得
- 厚生労働省(2024)「一般職業紹介状況(令和6年9月分について)」(https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_44547.html) 2024/10/31 データ取得
- 国土交通省(2004)「環境負荷の小さい物流体系の構築を目指す実証実験補助制度におけるCO2排出削減量の算出方法について」(<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/h16youryouco2.pdf>) 2024/10/31 データ取得
- 国土交通省(2015a)「交通政策基本計画」(<https://www.mlit.go.jp/common/001069503.pdf>) 2024/11/04 データ取得
- 国土交通省(2015b)「平成27年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査集計結果整理表」(<https://www.mlit.go.jp/road/census/h27/data/pdf/syuukei05.pdf>) 2024/11/04 データ取得
- 国土交通省(2017)「海運モーダルシフトの現状について」(<https://www.mlit.go.jp/common/001213355.pdf>) 2024/10/31 データ取得
- 国土交通省(2021a)「総物流大綱(2021年度~2025年度)」(<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/content/001409564.pdf>) 2024/10/31 データ取得
- 国土交通省(2021b)「交通政策基本計画」(<https://www.mlit.go.jp/common/001407578.pdf>) 2024/11/04 データ取得
- 国土交通省(2023a)「貨物輸送の現況について(参考データ)」(<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/content/001622302.pdf>) 2024/11/04 データ取得
- 国土交通省(2023b)「物流の2024年問題について」(<https://www.tb.mlit.go.jp/chubu/jidosya/ouensaito/chubukyoku.pdf>) 2024/11/04 データ取得
- 国土交通省(2024a)「物流の2024年問題について」(<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001620626.pdf>) 2024/11/04 データ取得
- 国土交通省(2024b)「運輸部門における二酸化炭素排出量」(https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html) 2024/11/04 データ取得

- 森隆行・松尾俊彦・田中康仁・石田信博・永岩健一郎・石黒一彦（2020）「モーダルシフトと内航海運」海文堂出版
- 尹仙美・片山直登・百合本茂（2005）「トラック輸送から鉄道・フェリー輸送へのモーダルシフトモデル」『日本物流学会誌』第13号
- 吉岡泰亮（2011）「モーダルシフト推進の観点から見た日本の鉄道貨物輸送の機能と役割に関する考察」『政策科学』19巻1号

データ出典

- 海上定期便の会(2015)「海上定期便ガイド：貨物船とフェリーの時刻表 2015年版」海上定期便の会
- 海上定期便の会(2021)「海上定期便ガイド：貨物船とフェリーの時刻表 2021年版」海上定期便の会
- 国土交通省（2024）「物流総合効率化法の認定状況」
(<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/content/001610744.pdf>)
2024/11/01 データ取得
- 国土交通省(2015)「第10回全国貨物純流動調査」
(<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/butsuryu06100.html>)
2024/11/01 データ取得
- 国土交通省（2021）「第11回全国貨物純流動調査」
(<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/butsuryu06100.html>)
2024/11/01 データ取得
- 内閣府(2021)「県民経済計算」
(https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/sonota/kenmin/kenmin_top.html)
2024/11/01 データ取得