

貨物輸送における モーダルシフトの促進¹

持続可能な貨物輸送の実現

大阪大学 赤井研究室

2020 年 12 月

櫻井帆乃香 笹部睦

成山太一 三林彪気

伊勢本惇示 谷口智穂 光橋遼 渡辺彩夏

¹ 本報告書は、2020 年 12 月 12 日・12 月 13 日に行われる、2020 年度 WEST 論文研究発表会に提出する論文内容を報告するものである。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。本稿の執筆にあたって、赤井伸郎教授（大阪大学）をはじめ、多くの方々から熱心かつ有益なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。

要旨

物流は人々の生活を支える重要な社会インフラであり、国土交通省（2017a）において、「物流は我が国の産業競争力強化、豊かな国民生活の実現や地方創生を支える社会インフラであり、決して途切れさせてはならない」と述べられている。物流を支える機能のうち、貨物輸送は人々に物資を届けるという物流本来の目的に直接的な役割を果たしている。貨物輸送を支える主な輸送機関は、トラック、鉄道、船舶、航空であるが、このうちトラックはトンベースで91.5%、トンキロベースで50.8%と非常に大きな分担率を占めており、貨物輸送の基幹的役割を果たしている。

しかし、トラック運送業界は慢性的な人材不足に陥っており、貨物輸送の持続可能性が危ぶまれている。鉄道貨物協会が行なったトラックドライバーの需給予測では、2028年度には約28万人のドライバー不足が起こると推計された。トラックドライバーの人材不足が進むと、物流の滞りや長時間労働による過労・事故といった人々の生活の安定・安全を脅かす事態に直面する。これらの問題の社会性と喫緊性の高さから、政府が直ちに介入してトラックドライバーの人材不足を解消していく必要がある。しかし、2024年度以降施行される罰則付きの時間外労働の上限規制や今後の日本の労働力人口の動向に鑑みると、さらなる労働力の減少が懸念される。そのため、今後はより少ない労働力で貨物輸送を維持していくことができる効率的な輸送サービスを構築する必要がある。現在、政府は輸送効率化に向けた様々な取り組みを講じている。なかでも、トラック輸送をより輸送力の大きい鉄道・船舶に切り替え貨物を輸送する「モーダルシフト」は、トラック運送業界の人材不足に対応し物流の維持に資する取り組みとして高い効果が期待されている。政府はモーダルシフトを促進するため、認定事業の実施、運行経費に対する補助金の助成等を行っている。

それにもかかわらず、現状モーダルシフトは十分に進んでいない。国土交通省が掲げている鉄道・船舶の輸送トンキロ指標が達成されておらず、全日本トラック協会への聞き取り調査からも、モーダルシフトは進んでいないとの回答を得た。その要因として、モーダルシフト政策が取り扱い貨物の種類や立地等の違いから起こる荷主の輸送機関選択要因を

考慮できておらず、政府の補助がなくとも自主的にモーダルシフトを始める可能性の高い事業者のみが利用する制度となっていることが考えられる。

本稿では、この政策上の問題にアプローチすることで、モーダルシフトを促進し、トラック輸送の深刻な人材不足に対応することにより、「持続可能な貨物輸送の実現」を目指す。

先行研究としては、船舶へのモーダルシフト促進のためにロジットモデルを用いて荷主の輸送機関選択要因を分析している、伊藤（2008）と松倉ほか（2013）を挙げる。両者から変数選択と分析モデルを参考にし、荷主の輸送機関選択要因を実証的に分析することとした。

本稿では、最新の 2015 年全国貨物純流動調査 3 日間調査のデータを用いて、北海道と沖縄以外の貨物を対象に、荷主の輸送機関選択要因を分析する。分析モデルには、McFadden（1974）で提示された混合ロジットモデルを使用した。分析の結果、「ロットサイズの拡大」と「貨物駅・港へのアクセス改善」が鉄道・船舶の利用を促進し、「所要時間」が輸送機関選択に影響を与えることが明らかになった。

この結果を踏まえ、以下の政策提言を行う。

【政策提言Ⅰ 共同モーダルシフト促進のためのマッチングシステムの構築】

【政策提言Ⅱ-i 貨物駅・港利用促進事業の展開】

【政策提言Ⅱ-ii モーダルシフト推進委員会の設立】

まず、モーダルシフト促進に資するロットサイズの拡大と、輸送時間短縮に資する 31ft コンテナの利用を促進するため、船舶・鉄道輸送において他社との共同輸送・コンテナの共同往復利用を可能にするマッチングシステムの構築を提言する（政策提言Ⅰ）。次にイニシャルコストを軽減することで荷主のモーダルシフトへのインセンティブを高めるため、都道府県による貨物駅・港の利用補助事業の展開を提言する（政策提言Ⅱ-i）。その際、円滑な事務履行のための委員会の設立と荷主の補助促進利用にあたっての利便性を高めるための窓口一元化を提言する（政策提言Ⅱ-ii）。

目次

要旨	- 2 -
目次	- 4 -
第1章 現状分析・問題意識	- 6 -
第1節 貨物輸送をめぐる現状	- 6 -
第1項 物流と貨物輸送の現状	- 6 -
第2項 貨物輸送の現状	- 7 -
第3項 政府の介入の必要性と取り組み	- 10 -
第2節 モーダルシフトについて	- 13 -
第1項 モーダルシフトの重要性	- 13 -
第2項 政府によるモーダルシフトへの取り組み	- 15 -
第3項 モーダルシフト政策の課題	- 17 -
第3節 問題意識	- 19 -
第2章 先行研究及び本稿の位置づけ	- 20 -
第1節 先行研究	- 20 -
第2節 本稿の位置付け	- 20 -
第3章 理論・分析	- 22 -
第1節 分析の流れと流れ	- 22 -
第2節 分析：輸送機関選択の要因分析	- 22 -
第1項 検証仮説	- 22 -
第2項 分析の枠組みとデータ	- 23 -
第3項 混合ロジットモデル	- 26 -
第3項 モデル式及び変数	- 28 -
第5項 変数選択	- 29 -
第6項 推定結果	- 34 -
第7項 結果の解釈	- 34 -
第8項 オッズ比の解釈	- 35 -
第4章 政策提言	- 38 -
第1節 政策提言の方向性	- 38 -
第2節 政策提言	- 39 -
第1項 共同モーダルシフト促進のためのマッチングシステムの構築	- 39 -
第2項 都道府県によるモーダルシフト推進事業	- 44 -

第3節 政策提言のまとめ.....	- 49 -
おわりに	- 51 -
先行研究・参考文献.....	- 52 -
付録	- 57 -

第1章 現状分析・問題意識

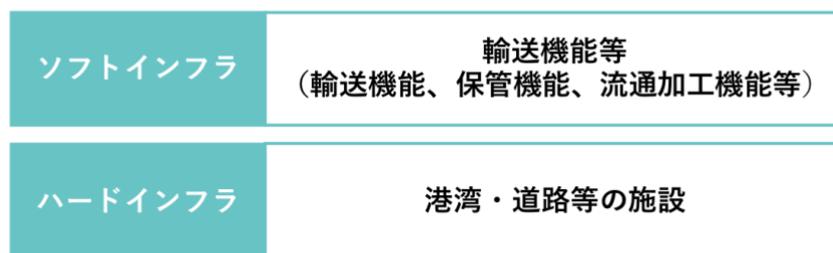
第1節 貨物輸送をめぐる現状

第1項 物流と貨物輸送の現状

物流とは、商品の売買に伴う輸送・保管等の過程を指す。我々消費者には見えにくい活動であるが、日常生活を維持するための様々な物資が日々この過程を通して届けられている。国土交通省（2017a）においても、「物流は我が国の産業競争力強化、豊かな国民生活の実現や地方創生を支える社会インフラであり、決して途切れさせてはならない」と述べられている。以上のことから、物流は我々の生活を支える上で非常に重要な役割を果たしていると言える。

物流の果たす社会インフラ機能は2つに分けられる。1つ目はソフトインフラと言われ、輸送機能、保管機能、流通加工機能等を指す。2つ目はハードインフラと言われ、港湾・道路等の施設を指す。これらが双方一体となって、社会インフラ機能としての役割を果たしている（図1）。本稿では、人々に物資を届けるという物流本来の目的に直接的な役割を果たしているソフトインフラの中の「輸送機能」に着目し、国内の貨物輸送の現状について検討していく。

図1 物流の社会インフラ機能

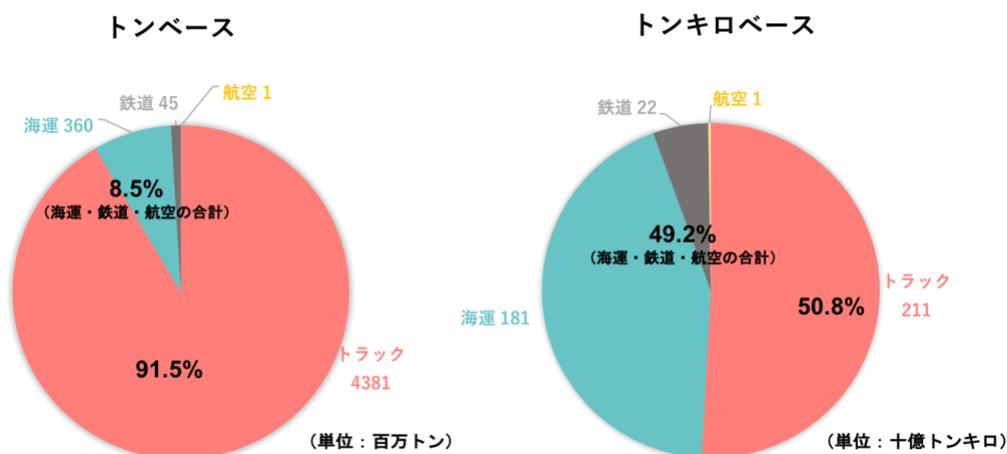


国土交通省（2017a）「総合物流施策大綱（2017年度～2020年度）」より筆者作成

第2項 貨物輸送の現状

国内貨物輸送を担う主な輸送機関はトラック、船舶、鉄道、航空の4つである。これらの輸送機関は輸送距離、輸送貨物量、環境負荷などの点においてそれぞれ特性を持っている。例えば、トラックは小口での短距離輸送に適している反面、長距離輸送による大量輸送、環境負荷といった観点では他の輸送機関に劣る。これらの輸送機関別分担率を見ると、トラック輸送がトンベースで91.5%、トンキロ²ベースで50.8%と非常に大きな割合を占めている（図2）。このことから、トラック輸送は貨物輸送の基幹的役割を担っていると言える。

図2 輸送機関別分担率（2018）



公益社団法人全日本トラック協会（2019）「日本のトラック輸送産業 現状と課題」より筆者作成

しかし、近年トラック運送業は慢性的なドライバーの人材不足に陥っており、その持続可能性が危ぶまれている。貨物輸送の基幹的役割を果たしているトラック輸送が持続できなくなると、貨物輸送全体の持続可能性が脅かされる。以下では、トラック輸送におけるドライバーの人材不足の実情とそれによって引き起こされている問題について述べる。

(1) トラックドライバーの深刻な人材不足

² 貨物の輸送量を表す単位のこと、貨物の重量（トン数）にそれぞれの貨物の輸送距離（キロメートル）を乗じて算出する。

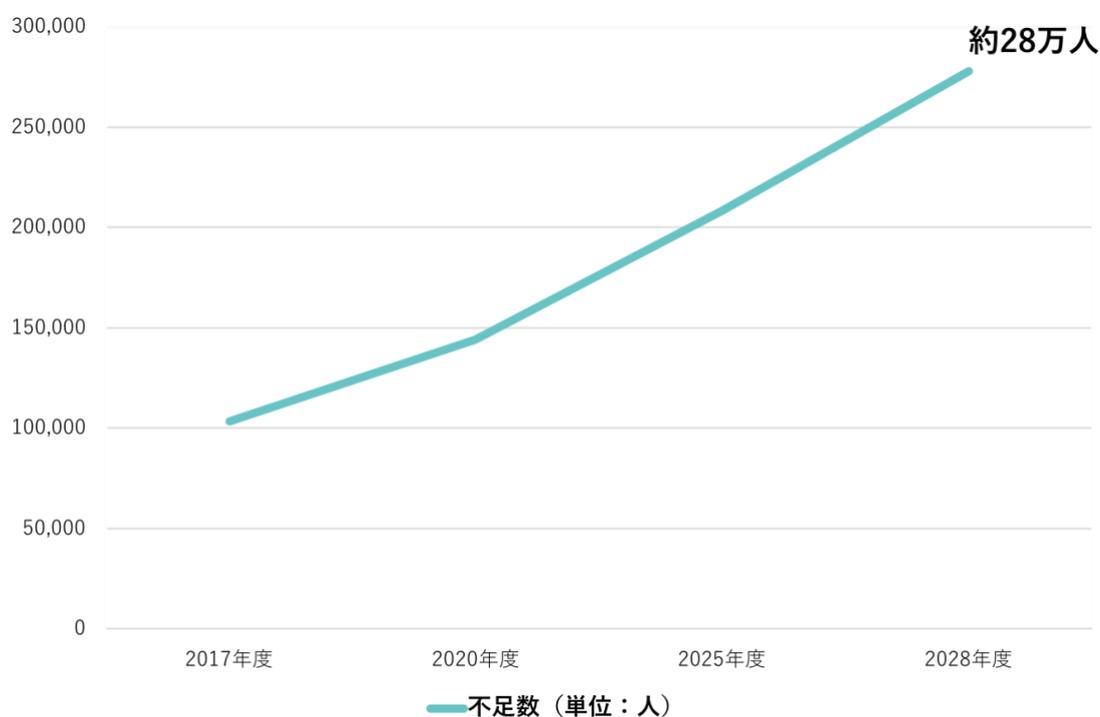
トラックドライバーは、日本の労働力人口の減少、低賃金や長時間労働などの劣悪な労働環境が要因となり、他業種と比較しても人材不足が深刻化している。厚生労働省（2019a）によると、有効求人倍率は全職業（パート含む）が1.49倍であるのに対し、トラックドライバー（パート含む）が2.79倍と高水準になっている。また、全日本トラック協会（2008-2020）によると、トラック運送業界において企業の「労働力の不足感³」は年々強まっており、2019年末には約65%の企業が不足感を感じている。特に、拘束時間が長いために負担が大きい長距離ドライバーの不足が顕著である。現在は、新型コロナウイルス感染拡大に伴う経済活動停滞の影響により、輸送量が減少し人材不足が一時的に緩和されていると感じる運送業者も存在している。しかし、人材不足の根本的な改善が行われていない状況下で、経済活動再開後の輸送量に対応していくことは難しいと考えられる。

今後トラックドライバーの不足感は、若者の低い入職率とドライバーの高齢化によりさらに強まっていくと予想される。また、近年の物流全体の傾向として「小口多頻度化」が進み貨物輸送件数が増加しているため、輸送サービスへの需要は高まっていくと予想される。これらの状況を受けて、鉄道貨物協会（2018）が将来のトラックドライバーの需給予測を行なった結果、2017年度の不足人員が約10万人であるのに対し、2028年度には約28万人の不足が見込まれると推計された⁴（図3）。

³ 全日本トラック協会（2008-2019）にて、雇用状況の判断指数として以下の点数を用いている。この判断指数は、各時点の企業の雇用状況について、「大幅に労働力不足」は+2、「やや労働力不足」は+1、「横ばい」は0、「やや労働力過剰」は-1、「大幅に労働力過剰」は-2の点数に置き換え、平均を100倍することにより雇用状況の判断指数を算出している。点数が高いほど、不足感が強まっていると言える。）

⁴ この推定は、2028年度までの国内貨物輸送量の予測に基づく営業用トラックドライバーの需要量と、コーホート法（年齢別・時系列データを、調査の間隔と年齢区分の幅が一致するように配置した「コーホート表」を縦（加齢効果）、横（時代効果）、斜め（コーホート効果）の方向で分析する手法）を用いたトラックドライバーの供給量の予測によって算出されている。国内貨物輸送量の予測については、原単位（実質GDP100万円当たりの総輸送トン数）に実質GDPの予測値を乗じて求められている。

図 3 トラックドライバーの需給予測



(筆者作成)

(2) トラックドライバーの人材不足によって引き起こされる問題

①物流の滞り

年々深刻化しているトラックドライバーの人材不足によってドライバーの確保が困難となり、物流に滞りが生じている。国土交通省(2016a)によると、トラックドライバー不足により「輸送を断られた」荷主が約46%、「輸送に遅れが生じた」荷主が約23%存在する。こうした事態は徐々に深刻化しており、近年トラックドライバーを十分に確保することができず貨物の総量規制を実施するなど、輸送サービスの供給の滞りが消費者の経済活動にも影響を与える事例が発生している。このような物流の滞りは我々の生活や産業、経済の発展に支障をきたす恐れがある。

⁵ 斎藤(2020)によると、2013年に起こった消費増税前の駆け込み需要に対して十分にトラックドライバーを確保できず、トラック輸送の供給の滞り、一部遅延が発生した。また、2019年度末に引っ越し需要の急増に対応するだけのドライバーを確保することができず、「引っ越し難民」が話題となった。

②長時間労働

全日本トラック協会（2018）は、人材不足の影響による残業時間の長時間化を指摘している。トラックドライバーの長時間労働は危険を伴う。厚生労働省（2019b）によると、道路貨物運送業の脳・心臓疾患による労災請求・認定件数は全業種中ともに最多となっている。その要因に挙げられている中で、最も多い件数を占めているのが恒常的長時間労働である。精神障害事案の要因についても同様となっていることから、トラック輸送における長時間労働はドライバーの心身への負担が非常に大きいと言える。また、過労が原因で第三者を巻き込む重大事故も多発している⁶。このことから、長時間労働はトラックドライバー個人の安全は元より社会の安全をも脅かしている。

第3項 政府の介入の必要性と取り組み

前項で述べたトラック運送業におけるドライバーの人材不足とそれによって起こる問題に対して、政府は取り組みを行う必要がある。本項では、その必要性と取り組みについて詳述する。

（1）政府の介入の必要性

前項で挙げた人材不足によって生じる2点の問題は、高い社会性を孕んでいる。まず、①物流の滞りについては、物流が社会インフラの機能を果たしていることから、その滞りが国民生活に与える影響は甚大なものであると言える。また、物流の滞りはすでに生じ始めていることから、迅速な対応が必要である。次に、②長時間労働については、トラックドライバーが過労死ラインまで働くことによって、第三者を巻き込む事故を起こす可能性が高まる。このような、個人の安全は元より社会の安全を脅かす事態に対しては、事前に規制をかける必要がある。以上のことから、政府が直ちに介入しトラックドライバーの人材不足を解決していく必要がある。

⁶ 徳島新聞（電子版）（2019年1月26日付）によると、2017年に徳島自動車道で停止中のマイクロバスに大型トラックが追突し、16人が死傷する事故が発生した。調査を行なった結果、トラックドライバーの過労による居眠り運転が事故の原因であった。

政府は、トラックドライバーの人材不足の主な要因として挙げられる、長時間労働や低賃金といった劣悪な労働環境の改善のため、規制を強化する等の取り組みを行なっている。長時間労働に関しては、2024年度以降罰則付きの時間外労働の上限規制が施行されることから、今後解決が見込まれる。しかし、一人あたりの労働時間が減少すると、さらにトラックドライバー不足が深刻化し物流の滞りが発生する恐れがある。また、賃金に関しては、今後人材不足の影響と政府が進めているトラックドライバーの適正な賃金収受に向けた取り組みにより上昇していくことが予想され、それに伴い労働供給量が増加していくことが見込まれる。しかし、水谷（2016）においては、トラック従業者数に対する賃金弾力性よりも労働力人口弾力性の方が非常に大きくなっていることから、今後日本全体の労働力人口の減少はトラックドライバーの人材不足に拍車をかけると述べられている。以上のように、労働環境の改善を行うだけでは十分に人材不足を解消できないと考えられることから、政府は積極的に新たな人材の確保策の展開、あるいはより少ない労働力で達成される効率的な輸送サービスの構築を行なっていく必要がある。

（２）政府の取り組み

現在、政府は人材不足への対応策として様々な取り組みを展開しており、その一環として新たな人材確保に向けた施策も積極的に行なっている。しかし、今後日本全体の労働力人口が減少し他業種においても人材不足が懸念されている状況下で、人材確保に向けた施策によってトラックドライバーの不足分を十分に補完することには限界があると考えられる。そこで、以下ではトラックドライバーの省力化・省人化を推進するため、より少ない労働力で達成される効率的な輸送サービスの構築に向けた新技術の開発及び導入と既存の輸送機関のさらなる活用施策について説明する。

①新技術の開発・導入

政府はトラックドライバーの人材不足解消に資する新技術の開発及び導入に向けた実証実験を行なっている。国土交通省は2016年以降、1台で2台分の輸送が可能なダブル連結トラックの実証実験を行い、2019年本格的に導入を開始した。また、現在では国土交通省・経済産業省が連携して数台のトラックが隊列車群を構成して走行するトラック隊列走行の実証実験を行なっている。今後、後続車有人隊列走行の商業化、さらに2022年度以降には

後続無人隊列走行の商業化を目指している。後続無人隊列走行が商業化し普及すれば、トラックドライバーの省力化・省人化に繋がることが期待される。

②物流総合効率化法に基づく取り組み

また、政府は既存の輸送機関を活かした省力化・省人化施策も展開している。これらの施策は、流通業務の効率化及び効率化の促進に関する法律（以下、「物流総合効率化法」という）に基づき推進されている。物流総合効率化法とは、二者以上の事業者が連携して行う事業であり、業務の省力化及び環境負荷の低減に資するものを認定し、認定された事業に対して支援を行うことを定めたものである⁷。支援対象には主に、輸送網の集約、モーダルシフト、輸配送の共同化という3つの取り組みが含まれている。輸送網の集約とは、かくそう輻輳しているトラック輸送網を再編して合理化する取り組みである。モーダルシフトとは、トラックの長距離輸送を鉄道・船舶に切り替えて貨物を輸送する取り組みである。輸配送の共同化とは、トラック輸送における貨物の混載等により、トラックの積載効率を向上させる取り組みである。

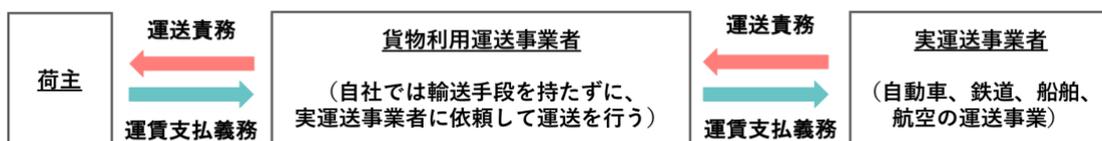
以上の取り組みのうち、①新技術の開発及び導入は今後の貨物輸送全体の効率化のために必要な施策である。しかし、将来的な商業化に向けて技術面の発展のみならず、法整備及び民事上の責任所在の明確化が必要である。また、実運送業者側の新技術の導入にあたってのコスト面における障害も存在する。トラック運送業界は全事業者数のうち99%が中小零細事業者によって構成されており、これらの事業者の中には補助支援対象の荷役機械の導入すらままならず、過酷な手荷役を行なっている事業者も多く存在する。こうした零細事業者にとって、直ちに新技術を伴ったトラックを導入することは難しいと考えられる。よって、今後の法整備及び責任の所在の明確化、ならびに中小零細事業者への普及期間を踏まえると、新技術の導入によって短期的にトラックドライバー不足に対する補完効果を発揮することは難しいと考えられる。

一方で、②物流総合効率化法に基づくそれぞれの取り組みは、既に存在している輸送機関を利用するため、多大なコストがかかることもない。モーダルシフト及び共同輸送は、トラック輸送を委託する荷主や実運送業者を手配する利用貨物運送業者（図4）が、選択

⁷ 近年、物流分野において人材不足が深刻化しているという状況に鑑み、2016年の改正で本法目的に「流通業務に必要な労働力の確保に支障が生じつつあることへの対応」を図るものである旨が追加された。

する輸送手法を変更することで短期的に達成できる取り組みである。特にモーダルシフトは、トラックドライバーの労働力削減効果も非常に高く、鉄道・船舶の積載率向上にも資するため、輸送機関全体での効率的な輸送が可能となる。このように、モーダルシフトは潜在的輸送力を利用し短期的に取り組むことができるため、喫緊の課題であるトラックドライバーの人材不足に対する解決策として最も有効であると考えられる。本稿では、「持続可能な貨物輸送の実現」というビジョンに照らし、より迅速なトラックドライバーの人材不足解消と貨物輸送の維持に資する効果が高いモーダルシフトに着目することとする。

図 4 貨物利用運送業者の仕組み



運送業支援センターHPより筆者作成

第2節 モーダルシフトについて

本節では、前節で述べた貨物輸送におけるモーダルシフトについて詳述する。

第1項 モーダルシフトの重要性

(1) モーダルシフトとは

前節でも述べたように、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輸送力が高く環境負荷の小さい鉄道や船舶の利用へと転換することである。近年トラックドライバーの人材不足が深刻化してきたことから、政府は人材不足に資する対策として取り組みを進めている⁸。経済産業省（2020）においても、モーダルシフトはトラックドライバーの不足や流通業務の効率化に資する施策であると明記されている。

国土交通省（2015a）によると、鉄道輸送に「関心がある」とした物流事業者のうち、約70%がその理由として「ドライバー不足によりトレーラーが確保しにくくなっている」こ

⁸ 従来は、環境対策の一環として進められていた。

とを挙げている。このことから、事業者はトラックドライバー不足によってドライバーの確保が困難となることに危機感を持っており、その対応策としてモーダルシフトを検討していることがわかる。以上のことから、トラック運送業界の現状に鑑み、他の輸送機関と連携し貨物輸送業全体で国内貨物輸送を維持していく必要性が高まっている。

(2) 鉄道・船舶輸送の強みと現状

鉄道・船舶輸送はトラック輸送に比して高い輸送力を持っている。鉄道輸送 1 回分の輸送力は 10t トラック 65 台分に相当し、船舶輸送 1 回分の輸送力は 10t トラック 160 台分に相当する。例えば内航船舶 1 隻にかかる労働力は 5 人であるのに対し、それに相当する輸送力をトラックで確保するための必要労働力は 160 人であるため、船舶 1 隻分のモーダルシフトを行うだけで 150 人以上の労働力の削減に繋がる。よって、モーダルシフトはトラックドライバーの人材不足解消に資すると言える。さらに、鉄道・船舶輸送はトラック輸送に比して中長距離帯での輸送費用を低く抑えることもできる⁹ため、長距離輸送に適した輸送機関である。よって、特に負担の大きいトラックでの長距離輸送において、モーダルシフトはドライバーの省力化・省人化に高い効果を発揮する。

しかし、現状これらの大きな輸送力が十分に活用されていない。特に、船舶は 2015 年の積載率が 42.6%にとどまっており、国は積載効率の向上を図るためモーダルシフトを推進している。また、鉄道における 2015 年の平均積載率は 80.2%と年々高まってきているものの、曜日や時間帯、区間によっては空きが目立つ列車も存在している。林 (2020) においても、輸送力に余裕がある区間や方面を活用してモーダルシフトを進めていく必要があると述べられている。

⁹ 厲 (2014) によると、10t トラックを使って貨物を輸送する場合と同貨物が鉄道コンテナを利用する場合を比較すると、その貨物の輸送距離が 350km を超えた時点から鉄道輸送がトラック輸送に比べてコストメリットが発生している。ただし、この基準点は全ての貨物に一律に適用できるわけではない。

第2項 政府によるモーダルシフトへの取り組み

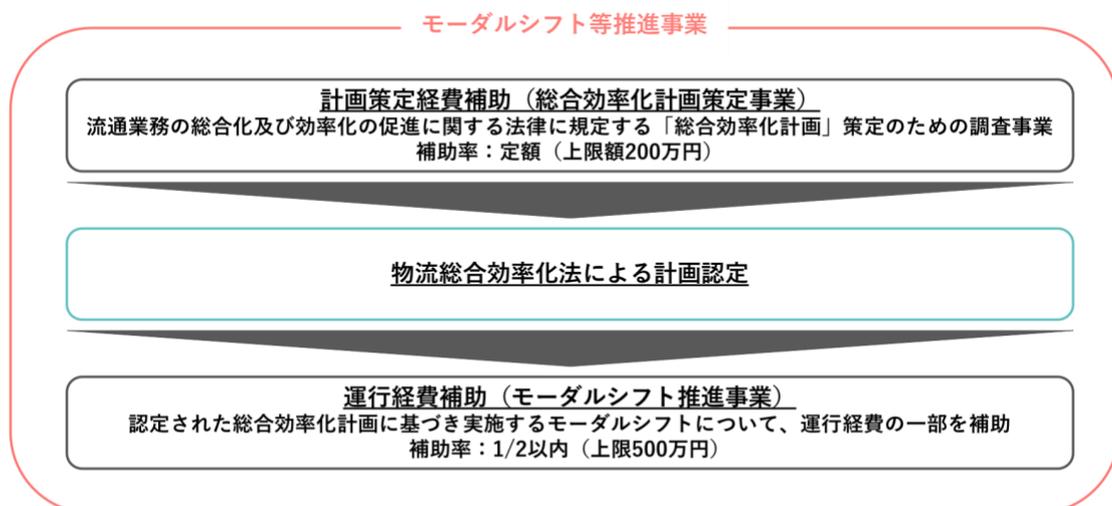
次に、政府が行っているモーダルシフト促進に関する現行の施策を挙げる。また、その施策によって実際にモーダルシフトを実施し、高い労働時間削減効果の得られた事例を2つ紹介する。

(1) 政府によるモーダルシフト促進のための主な施策

現在、物流総合効率化法に基づいて「モーダルシフト等推進事業」が行われている。モーダルシフト等推進事業とは、モーダルシフトを行うために荷主企業や物流事業者が協議会を結成し、計画した事業が物流総合効率化法の認定事業となった場合、計画策定費・初年度の運行経費に対して一部補助を行うものである（図5）。

他にも、一定水準以上の鉄道・船舶輸送を行なった企業に対して認定及び認定マークの使用を認める「エコレールマーク・エコシップマーク認定事業」や、モーダルシフトなど環境負荷低減に資する優良な取り組みを表彰する「グリーン物流パートナーシップ会議」といった、モーダルシフトへの啓発効果が期待できる施策も展開されている（表1）。

図5 モーダルシフト等推進事業と物流総合効率化法の関係性



国土交通省（2020）「モーダルシフト等推進事業について（概要）」より筆者作成

表 1 現行の主なモーダルシフト施策

事業名	内容
総合効率化計画の認定	二以上の者が連携した輸送の効率化等に関する幅広い取り組みについて、物流総合効率化法に基づく総合効率化計画の認定を受けることが可能。
モーダルシフト等推進事業	計画策定経費補助、認定された計画に基づき実施する事業の運行経費の一部を補助する。
エコレールマーク・エコシップマーク	一定水準以上の鉄道・船舶輸送を行いモーダルシフトに貢献した事業者に対してマークの使用を認める事業。
グリーン物流 パートナーシップ会議	物流分野における環境負荷の低減、物流の生産性向上に資する取り組みのうち、物流事業者等が共同した優秀な取り組みに対し国土交通大臣等による表彰を行う。

国土交通省（2017）「海運モーダルシフトの現状について」より筆者作成

（２）補助事業による成功事例

モーダルシフト推進事業による補助を受けて各協議会が行なった取り組みの事例を２つ挙げる。

①同業他社の連携による中距離の共同モーダルシフト

北陸エリアへの飲料輸送について、同業他社（アサヒビール・キリンビール）が連携して、トラック輸送から鉄道貨物の利用率が低い下り路線の輸送力を有効活用した共同モーダルシフトを実施した。実施事業者は日本通運株式会社・アサヒビール株式会社・キリンビール株式会社・日本貨物鉄道株式会社である。その結果、前年度の 35%にあたる年間 20,000 時間のトラックドライバー運転時間省力化に成功した。

②トラックから定期旅客フェリーを利用した海上輸送へのモーダルシフト

香川県及び徳島県から関東方面への雑貨物の輸送について、トラック輸送から徳島・東京間を結ぶ長距離フェリーを利用した海上輸送（無人航送）を行なった。実施事業者は四国福山通運株式会社・オーシャントランス株式会社である。その結果、前年度の 86.3%にあたる年間 2,460 時間のトラックドライバー運転時間省力化に成功した。

第3項 モーダルシフト政策の課題

上記のように、成功した事例もある一方で、全体としてモーダルシフトは進んでいるとは言えない。国土交通省への聞き取り調査¹⁰では、2020年度までの鉄道・船舶輸送のトンキロ目標値¹¹を達成できておらず、モーダルシフトは思ったようには進んでいないとの回答を得た。また、全日本トラック協会への聞き取り調査¹²では、依然として多くのトラックドライバーが長距離輸送を担っている現状であり、モーダルシフトは進んでいないとの回答を得た。以上のことから、今後現行のモーダルシフト政策を再検討し、改善した上で積極的に進める必要がある。以下では、現行のモーダルシフト政策の課題と、施策立案上考慮すべき荷主側のモーダルシフトに対する懸念点を述べる。

(1) 荷主のモーダルシフトに対する懸念点を考慮しきれていない現行の施策

モーダルシフトは、実施にあたって荷主の理解と協力が重要となる取り組みである。しかし、現行のモーダルシフト政策では、取り扱い貨物の種類や立地等の違いに影響される荷主の輸送機関選択要因が十分に考慮されておらず、政府の補助がなくとも自主的にモーダルシフトを始める可能性の高い事業者のみが利用する制度となっている。特に、主要な施策であるモーダルシフト推進事業においては、完全な公募形式になっていることや、例年の採択事業数が10件以内にとどまっている¹³ことから、幅広い事業者に対してモーダルシフトへのインセンティブを高め、推進していくには不十分な施策であると言える。また、荒谷（2014）において実施された荷主企業や物流事業者へのアンケートにおいて、運行経費への補助は零細事業者にとっては利用しやすいものの、現行のモーダルシフト等推進事業の仕組みは複雑であると指摘されている。

¹⁰ 2020年5月26日、10月26日に実施

¹¹ 国土交通省は鉄道輸送では2012年度の187億トンキロから2020年度までに221億トンキロ、船舶輸送では2012年度の333億トンキロから2020年度までに367億トンキロまで増やすことをモーダルシフト推進にあたっての指標としている。2018年度時点の達成度として鉄道輸送で177億トンキロ、船舶輸送で351億トンキロと公表されており、特に鉄道モーダルシフトが進んでいない現状が明らかとなった。

¹² 2020年7月2日に実施

¹³ モーダルシフト実施に向けた計画策定の採択事業数は、2019年度、2020年度ともに3件にとどまっている。また、運行経費補助事業として採択されたのは、2019年度で6件、2020年度で5件といずれも少数にとどまっている。

トラック輸送は貨物輸送の中でも最も分担率が高くなっているため、現在顕在化しているトラックドライバー不足を解決することで、持続可能な貨物輸送を実現する必要がある。以上から、貨物輸送の担い手の確保は急務であり、荷主の取り扱い貨物・立地等の違いによって生まれているモーダルシフトに対する懸念点・課題に沿って、荷主がより利用しやすい積極的なモーダルシフト推進施策を行うことが重要である。

(2) 荷主のモーダルシフトに対する懸念点

荷主の取り扱い貨物や立地等の違いに起因するモーダルシフトに対する主な懸念点⁴⁾を、荷主の属性に関連するものと輸送機関の属性に関連するものに分けて述べる。まず、荷主の属性に該当する懸念点として、貨物サイズが鉄道・船舶輸送に適合しない場合があるということが挙げられる。鉄道・船舶輸送は貨物1件あたりの重量（以下、「ロットサイズ」という）が小さい荷物への対応が不十分である。百合本（2006）においても、鉄道・船舶はロットサイズが大きい場合に適し、ロットサイズの融通性には欠けていると述べている。よって、荷主のロットサイズが小さい場合には、積載効率が悪くなるため鉄道・船舶輸送が適切な輸送手段ではないと言える。次に、輸送機関の属性に該当する懸念点を2点述べる。1点目は、輸送にかかる所要時間が長いという点である。トラック輸送はドア to ドアが可能であることから荷役時間を削減することができるため、所要時間の短縮につながる。一方で、同じく百合本（2006）において、鉄道・船舶輸送はトラックとの接合点での処理も含めて、トラックだけの輸送と比較して時間がかかってしまうことも多いと述べられている。2点目は、費用対効果が低い場合があるという点である。鉄道・船舶輸送は通常、概ね350km以上の中長距離帯ではトラック輸送費用に対して優位性を持つと言われているが、末端輸送を担うトラックの運賃を含めた総費用で考えると、長距離帯でもトラック輸送の方が安価な場合もある。

⁴⁾ 荷主の取り扱い貨物や立地等の違いに影響される懸念点ではないため本稿では扱わないものの、鉄道輸送において災害時の安定輸送に不安があることも大きな懸念点となっている。2014年には、台風18号による土砂災害が発生し、鉄道が分断される事態が発生した。その際、運行開始までの情報伝達、代替輸送のためのトラック確保に苦労したこともあり、モーダルシフトが敬遠される要因の1つとなっている。この災害時への対応に対しては、JR貨物がシミュレーションシステムを開発する等、迅速な代替輸送の手配とインフラ機能の復旧に向けて積極的な対策を行なっている。

これらの荷主側のモーダルシフトに対する懸念点・課題を詳細に把握するため、各輸送機関選択を行う際の傾向について、荷主の取り扱い貨物の種類や立地等の違いがどの程度輸送機関選択に影響をもたらすのか検討する必要がある。よって、品類ごとの影響を考慮した上で荷主の輸送機関選択傾向を把握することで、より効果的なモーダルシフト促進に資する政策を検討することが可能となる。本稿では、取り扱い貨物や立地等に起因する荷主の属性と各輸送機関の属性が荷主の輸送機関選択に与える影響を定量的に明らかにする。

第3節 問題意識

物流は我々の生活を支える上で非常に重要な役割を果たしており、なかでもトラック輸送は国内貨物輸送の基幹的役割を担っている。しかし、現状トラック運送業は深刻な人材不足問題に直面しており、日本全体の労働力人口の減少に鑑み、今後はより少ない労働力で貨物輸送を維持していく必要がある。そこで、人材不足に対応するための手段として着目したのが、トラックで運んでいた貨物をより輸送力の大きな鉄道や船舶で運ぶモーダルシフトである。しかし、依然としてモーダルシフトは進んでいるとは言えない。そこで、本稿では荷主の属性と各輸送機関の属性が荷主の輸送機関選択に与える影響を分析する。

前節でも述べたとおり、現状のモーダルシフト政策は取り扱い貨物の種類、立地等の違いから起こる荷主側の輸送機関選択要因を考慮した施策になっていない。特に、品類やロットサイズ、地域によって阻害要因やその障壁の高さも異なると考えられることから、これらの影響を考慮した上で施策を検討する必要がある。

本稿では、「荷主側の取り扱い貨物の種類・立地等の違いを考慮した施策が行われていないために、モーダルシフトが進んでいない可能性があること」を問題意識とする。また、「品類の違いを考慮した上で、荷主の属性と各輸送機関の属性が輸送機関選択に与える影響について実証分析を行うこと」を研究目的とする。さらに、分析の結果から明らかとなった輸送機関選択に与える影響を考慮した施策を検討する。そして、人材不足が深刻化するトラック輸送ではまかないきれない輸送貨物を他の輸送機関と分担する「モーダルシフト」を促進することで、「持続可能な貨物輸送」を実現することを本稿のビジョンとする。

第2章 先行研究及び本稿の位置づけ

第1節 先行研究

輸送機関選択要因分析に関する論文は多数存在するが、その中から、最も本稿と関連性が高いと判断した伊藤（2008）と松倉ほか（2013）の2論文を本稿の先行研究とする。両論文は、モーダルシフト促進のために離散選択モデルであるロジットモデルを用いて、荷主の輸送機関選択要因を分析している。

伊藤（2008）は、北海道移出貨物においてランダムパラメータロジットモデルを用いて輸送機関選択モデルを構築し、荷主の輸送機関選択に与える要因を分析した。その後、推定結果を用いて各要因変数の弾力性分析を行った。その結果、鉄道輸送は所要時間の改善が、船舶輸送は発地港湾へのアクセスが輸送機関選択に影響すると明らかにした。本稿では、伊藤（2008）を参考に変数選択を行なった。

松倉ほか（2013）は、ネステッドロジットモデルを用いて、貨物流動シミュレーションシステムを構築した。それを用いて、ロットサイズの拡大や所要時間と運賃以外の改善要素がモーダルシフトにどの程度感度を持つか評価している。また、ロットサイズの拡大やインフラ整備、荷主・物流事業者への支援やPRがモーダルシフトを推進する可能性があることを示唆している。本稿では、松倉ほか（2013）を参考に変数の算出を行なった。

第2節 本稿の位置付け

伊藤（2008）の限界として、対象が北海道発の貨物に限られていることが挙げられる。北海道発の貨物輸送は必ず鉄道又は船舶を利用しなければならないため、全国でも特異な地域であり、分析結果が一般化できない可能性が高い。また、松倉ほか（2013）の限界として、海運のみに着目し鉄道輸送の検討が行われていないことが挙げられる。鉄道のトンキロベースでの輸送機関分担率は5%程度にとどまるものの、ダイヤ改正で本数を増やす

ことが可能であることや⁵、第1章でも述べたように、時間帯や区間によっては積載率の低い列車が存在することから、潜在的な輸送能力があると考えられる。したがって、鉄道輸送もトラックに代わる物流の担い手になり得るため、輸送機関の選択肢として含める方が適当である。

さらに、上記2論文は2010年以前の全国貨物純流動調査3日間調査（以下、「物流センサス」という）のデータを使用している。モーダルシフト推進事業は2011年から開始されたため、施策実施後の貨物の動きを捉えた分析が行われていないと言える。

そこで、本稿では鉄道輸送を含んだ北海道・沖縄以外の全国の貨物を対象とし、モーダルシフトの担い手となり得る全ての輸送機関を含めた分析を行う。また、最新の2015年物流センサスを使用することで、施策実施後の貨物流動を捉えた分析を行うことができる。以上が本稿の新規性である。

⁵ 2020年5月26日国土交通省への聞き取り調査より

第3章 理論・分析

第1節 分析の流れと流れ

本章では、本稿の問題意識に鑑みて、北海道・沖縄を除く全国の貨物を対象に荷主の輸送機関選択要因について実証的に分析する。まず、離散選択モデルである混合ロジットモデルを用いて輸送機関選択モデルを構築し、輸送機関の選択要因を明らかにする。そして、変数の変化による選択確率への影響を捉えるために、オッズ比を算出し解釈する。

第2節 分析：輸送機関選択の要因分析

第1項 検証仮説

第1章で挙げた、取り扱い貨物や立地等に起因する荷主のモーダルシフトに対する懸念点を元に、以下の仮説を検証する。ただし、費用に関してはフェリーや RORO 船の規模が様々であり費用を正確に設定することは困難である¹⁶ため、本稿では取り扱わないこととする。

- 仮説1：ロットサイズ拡大は鉄道・船舶の選択に正の影響を与える。

鉄道や船舶はロットサイズが大きな貨物の輸送に適しているため、ロットサイズが拡大すると鉄道や船舶が選択されやすくなるを考える。

- 仮説2：所要時間の増加は、輸送機関選択に負の影響を与える。

¹⁶ 永岩・松尾（2011）「トラック輸送の経路選択モデルによるモーダルシフト分析」

所要時間が増加した場合、荷主はその輸送機関は選択しなくなると考える。一般的に所要時間には時間価値¹⁷という概念が存在し、所要時間が短縮されることによって荷主にとって便益が発生すると考えられている。よって、荷主は輸送時間の短い輸送機関を選択すると考える。

● **仮説3：貨物駅・港までのアクセス距離・イグレス距離¹⁸の延長は、それぞれ鉄道・船舶の選択に負の影響を与える。**

貨物駅や港までの距離が延長すると荷主の利便性低下に繋がるため、鉄道・船舶の選択に負の影響を与えると考える。第1章において、アクセス・イグレス距離はモーダルシフトに対する懸念点として挙げられなかったが、荷主の立地に起因する貨物駅・港の利便性は、輸送機関選択に影響を与え得ると考え、この仮説を検証する。

第2項 分析の枠組みとデータ

(1) 分析の枠組み

混合ロジットモデルを用いて荷主の輸送機関選択モデルを構築し、荷主の輸送機関選択要因を分析する。

輸送機関の選択肢は、トラック、鉄道、フェリー、コンテナ船、RORO 船¹⁹の5つとする。船種が異なれば所要時間等の航路特性も大きく異なるため²⁰、船舶をフェリー、コンテナ船、RORO 船に分けて分析する。

(2) 本稿の対象データ

2010年と2015年物流センサスの「都道府県間流動量（代表輸送機関・品類別）ー重量ー」データを用いて、荷主の輸送機関選択モデルを構築する。このデータは、2010年10月19日（火）～21日（木）と、2015年10月20日（火）～22日（木）における出荷1

¹⁷ 新道路技術会議（2012）によると、時間価値とは時間の変化に対する支払意思額であると定義されている。

¹⁸ アクセス距離は出発地から主要な輸送手段に至るまでの距離を意味し、イグレス距離は主要な輸送手段利用後に目的地に至るまでの距離を意味する。

¹⁹ トラックやトレーラーごと乗り降りできる船舶

²⁰ 松倉ほか（2016）「ユニットロード貨物の陸海複合輸送シミュレーションを用いた施策評価手法の開発」

件ごとの貨物の詳細な流動実態を調査したものを、都道府県間別に集計したものである。本稿では、2年度分のクロスセクションデータをまとめたプーリングデータを用いる。

また、品類の特性によって選ばれやすい輸送機関が異なると考えられるため、ダミー変数を用いて品類をコントロールする。本稿で対象とする品類は、モーダルシフト対象の一般貨物²⁾に該当する5品類（農水産品、林産品、軽工業品、雑工業品、特殊品）である。

さらに、上記より以下のデータを除外したものを分析対象とする。

① トラックの輸送距離 300km 未満の都道府県間流動

基本的に、モーダルシフトは中長距離輸送で費用面でのメリットが生まれる。よって、短距離輸送の貨物は除外する。除外する距離はトラックでの輸送距離 300km 未満²⁾とする。

② 北海道・沖縄県

北海道・沖縄県は必ず鉄道又は船舶、航空機で輸送する必要があり、トラックが主要な輸送機関である貨物流動を把握することが困難であったため、除外する。

③ 航空輸送

航空機は大量輸送が不可能な輸送機関であり、トラックの代わりを担う輸送機関としては不十分であるため、除外する。

(3) データの加工

本稿では、非集計の離散選択モデルである混合ロジットモデルを使用するため、貨物1件ごとの輸送機関選択を把握することが可能な非集計データが必要となる。しかし、集計データである都道府県間流動量データのみ入手可能であったため、本稿ではデータの加工を行うことで非集計データを構築する。データ加工の概要は図6の通りである。

まず、ある都道府県間でいずれかの輸送機関で貨物流動が観測された場合、「当該都道府県間で1件の貨物がある輸送機関を選択した」とする。複数の輸送機関で流動があった場合は、選択された輸送機関ごとに別のデータを作成する。次に、当該都道府県間貨物件数を反映させるため、ウェイトをかけて調整する。その手法として、以下の式から貨物件数として算出されたものをウェイトとする。

²⁾ モーダルシフト促進のための要因分析調査委員会（2007）「モーダルシフト化率の動向分析」によって定義されている。

²⁾ 当初モーダルシフトは、輸送距離 500km 以上であると費用対効果が高いとされていたが、輸送距離 300km 程度で鉄道・船舶輸送の輸送費用がトラックの輸送費用を下回っている事例が存在する。

都道府県間流動量 ÷ ロットサイズ = 都道府県間貨物件数

図 6 データの加工

① 取得しているデータ：集計データ

以下の表は、物流センサスの「都道府県間流動量（代表輸送機関・品類別） - 重量 -」データの例である。

岩手発青森着の鉄道コンテナ（農水産品）の貨物を例として、データの加工方法について説明する。

(トン)

発\着	青森	岩手	秋田	...
青森	3	4	5	
岩手	4	6	1	
秋田	5	1	2	
...				

※実際の数値ではない。

② 集計データを非集計データ化する

「岩手発青森着で**1件の貨物**が鉄道を選択した」とする非集計データを構築する。

このデータでは、都道府県間の流動件数に関わらず、全ての都道府県間での流動件数が1件となる。

区間番号	選択肢	選択結果	説明変数			
			Z1	Z2	...	Zk
1 岩手発 青森着	0 (トラック)	0	Z011	Z012	...	Z01k
	1 (鉄道)	1	Z111	Z112	...	Z11k
	2 (フェリー)	0	Z211	Z212	...	Z21k
	3 (RORO船)	0	Z311	Z312	...	Z31k
	4 (コンテナ船)	0	Z411	Z412	...	Z41k
...

③ ウェイトをかける

貨物件数として算出されたものをウェイトとし、都道府県間貨物件数の違いを反映させる。

都道府県間流動重量 ÷ ロットサイズ = 都道府県間貨物件数



(筆者作成)

第3項 混合ロジットモデル

本分析では、荷主の輸送選択に影響を与える要因を明らかにするため、McFadden (1974) で紹介されている、選択枝の属性と個体²³の属性両方の影響を分析することができる混合ロジットモデルを使用する。混合ロジットモデルとは、選択枝ごとの属性の影響を明らかにできる条件付きロジットモデルと、個体ごとの属性を分析できる多項ロジットモデルを結合したモデルである。以下では、条件付きロジットモデル、多項ロジットモデルについて詳説したのちに、混合ロジットモデルについて説明する。

● 条件付きロジットモデル

条件付きロジットモデルの効用関数は以下の通りである。 x_{ij} 選択枝の属性を、 u_i^j は誤差項を表す。

$$U_i^j = x_{ij}\beta + u_i^j$$

効用最大化が前提であるため、選択枝 j を選んだ場合の効用が、他の全ての選択枝を選んだ場合の効用より大きいとき、個体 i は選択枝 j を選択する。

$$P[U_i^j \geq U_i^l] = P[x_{ij}\beta + u_i^j \geq x_{il}\beta + u_i^l], \quad \forall j \neq l$$

u_i^j はそれぞれの i と j について互いに独立しており、ガンベル分布に従うと仮定すると、

$$f(u_i^j) = \exp(-u_i^j) \exp(-\exp(-u_i^j))$$

となる。

よって、 $y_i = j$ を「 i が j を選択した」とすると、 j の選択確率は以下の通りになる。

$$P[y_i = j] = P[U_i^j \geq U_i^l] = \frac{\exp(x_{ij}\beta)}{\sum_{m=1}^J \exp(x_{im}\beta)} \quad (1)$$

● 多項ロジットモデル

²³ 本稿における個体とは荷主のことをいう。

多項ロジットモデルの効用関数は以下の通りである。 x_i は個体の属性を、 u_i^j は誤差項を表す。

$$U_i^j = x_i\beta^j + u_i^j$$

条件付きロジットモデルと同様に、選択肢 j を選んだ場合の効用が最大るとき、個体 i は選択肢 j を選択する。

$$P[U_i^j \geq U_i^l] = P[x_i\beta^j + u_i^j \geq x_i\beta^l + u_i^l], \quad \forall j \neq l$$

u_i^j はそれぞれの i と j について互いに独立しており、ガンベル分布に従うと仮定すると、

$$f(u_i^j) = \exp(-u_i^j)\exp(-\exp(-u_i^j))$$

となる。

よって、 j の選択確率は以下の通りになる。

$$P[y_i = j] = P[U_i^j \geq U_i^l] = \frac{\exp(x_i\beta^j)}{\sum_{m=1}^J \exp(x_i\beta^m)} \quad (2)$$

多項ロジットモデルでは、基準となる選択肢を設定しその係数を0として基準点を設け、その他の選択肢の係数は基準点からの乖離を表すため、 $\beta^1 = 0$ となっている。本稿では基準となる選択肢をトラックとする。

● 混合ロジットモデル

McFadden (1974) では、選択肢属性と個体属性の両方を分析するために、(1)、(2)式を結合した。

$$P[y_i = j] = P[U_i^j \geq U_i^l] = \frac{\exp(w_{ij}\gamma + z_i\beta^j)}{\sum_{m=1}^J \exp(w_{im}\gamma + z_i\beta^m)}$$

w は選択肢ごとに異なる変数を表し、 z は個体ごとに異なる変数を表す。

● IIA 特性

混合ロジットモデルでは、IIA 特性が仮定されている。IIA 特性とは、2つの選択肢の選択確率の比は、その選択肢の確定効用によりのみ影響を受け、選択肢集合に含まれる他の選択肢の影響を受けない、という「無関係な選択肢からの選択確率の独立性」²⁴を意味する。

第3項 モデル式及び変数

モデル式及び各変数の定義は次のように表される。

● モデル式

$$P[y_i = j] = P[U_i^j \geq U_i^l] = \frac{\exp(\alpha^j + w_{ij}^1 \gamma^1 + w_{ij}^2 \gamma^2 + z_i^1 \beta^j + z_i^2 \beta^j + \dots + z_i^{14} \beta^j)}{\sum_{m=1}^5 \exp(\alpha^m + w_{im}^1 \gamma^1 + w_{im}^2 \gamma^2 + z_i^1 \beta^m + z_i^2 \beta^m + \dots + z_i^{14} \beta^m)}$$

● 変数

y_i : 輸送機関ダミー

α^j : 定数項

w_{ij}^1 : 個体*i*が輸送機関*j*を利用したときの所要時間

w_{ij}^2 : 個体*i*が輸送機関*j*を利用したときの輸送頻度

z_i^1 : ロットサイズ

z_i^2 : 発都道府県的高速道路密度

z_i^3 : 着都道府県的高速道路密度

z_i^4 : アクセス距離（貨物駅）

z_i^5 : イグレス距離（貨物駅）

z_i^6 : アクセス距離（港）

z_i^7 : イグレス距離（港）

z_i^8 : 発都道府県の従業者一人当たり工業製品出荷額

z_i^9 : 着都道府県の従業者一人当たり国行製品出荷額

z_i^{10} : 年度ダミー

z_i^{11} : 農水産品ダミー

z_i^{12} : 林産品ダミー

²⁴ 山本（2012）「離散選択モデルの発展と今後の課題」

z_i^{13} : 軽工業品ダミー

z_i^{14} : 雑工業品ダミー

第5項 変数選択

本稿では、県庁所在地を代表地点として変数を算出した。また、各都道府県で1つ代表駅と代表港を設定し集計した。代表駅については、貨物駅の集配エリアと、列車本数や大型コンテナの利用可否といった駅の規模を考慮し、代表地点から50km圏内に立地する貨物駅の中から選定した。代表駅間でダイヤが存在しない場合は、近隣の駅でダイヤが存在する駅を利用した。代表港については、「港湾統計」（2015）の港湾別貨物取り扱いデータで、都道府県内の港で最も内航取り扱い貨物量が多い港を選定した。港湾のない都道府県については、その都道府県庁から最も近い他都道府県の代表港とした。ただし、島根県で最も取り扱い貨物量が多かった港は西郷港であったが、船舶でのみ輸送可能な離島であったため次に多い浜田港を選定した。なお、具体的な代表駅・代表港については付録に添付している。

被説明変数には、輸送機関選択ダミー、説明変数には輸送機関の属性と荷主の属性を説明する変数を用いる。

【被説明変数】

選択した輸送機関を1、他の輸送機関をすべて0とするダミー変数である。

【説明変数】

• 所要時間

発代表地点から着代表地点までの所要時間を調査し算出した。鉄道と船舶の所要時間は、「貨物駅間・港間の所要時間」と貨物の荷役にかかる「荷役時間」に分けられる。予想される符号は負である。

²⁵ 2020年10月5日に行なったJR貨物への聞き取り調査によると、集配エリアは概ね50km圏内であった。

①トラック

昭文社が発行する「スーパーマップル・デジタル 20」をから導出した。

②鉄道

駅間の所要時間は、JR 貨物の「コンテナ時刻表」の運航ダイヤを参照した。荷役時間については、JR 貨物への聞き取り調査より 2 時間とした。

③船舶

港間の所要時間は、松倉ほか (2013) に倣い、フェリー・RORO 船は時速 20knot、コンテナ船時速 12knot で運航するとして計算した。荷役時間については、松倉ほか (2013) に倣いフェリーは 2 時間、コンテナ船は 12 時間、RORO 船は 4 時間とした。

- **輸送頻度**

週当たりの輸送頻度を算出した。輸送頻度が高いほど荷主にとって利便性が高いと考えるため、予想される符号は正である。

①トラック

荷主にとっては常時発送可能であるため、頻度は観測できない。よって、本分析では 1 時間に 1 便発送できると仮定し、便宜上週 168 便として分析した。

②鉄道

JR 貨物が発行する「コンテナ時刻表」を参考にした。

③船舶

参考資料より調査した値を用い、特に記載がない場合は松倉ほか (2013) に倣い週 1 便とした。

- **ロットサイズ**

荷主の取り扱い貨物量が鉄道及び船舶利用に与える影響を明らかにするために、この変数を用いた。予想される符号は正である。

- **アクセス距離 (貨物駅) 、イグレス距離 (貨物駅)**

荷主における貨物駅の立地的な利便性が、鉄道利用に与える影響を明らかにするために、代表地点から代表駅までの距離を用いた。予想される符号は負である。

- **アクセス距離（港）、イグレス距離（港）**

荷主における港の立地的な利便性が、船舶利用に与える影響を明らかにするために、代表地点から代表港までの距離を用いた。予想される符号は負である。

【コントロール変数】

- **発着都道府県的高速道路密度**

発着都道府県的高速道路の立地的な利便性を考慮するための変数として、都道府県面積100km²あたり的高速道路の実延長を用いた。

- **発着都道府県の工業製品出荷額**

発着都道府県の経済要因を考慮するための変数として、従業者一人当たり製造品出荷額を用いた。

- **年度ダミー**

2010年は0、2015年は1となるダミー変数である。

- **品類ダミー**

各品類をコントロールするために、各品類のダミー変数を用いた。

各変数の出所と基本統計量については、以下の通りである（表2、表3）。

表 2 変数の出所

変数名	出典
被説明変数（選択結果）	国土交通省（2010）「物流センサス」 国土交通省（2015）「物流センサス」
輸送距離	昭文社「スーパーマップル・デジタル20」 （有限会社）コム アソシエイツの航路距離計算システム 「日本沿岸航海最短距離計算」< http://www.comship.co.jp/Jp/lnp.asp >
輸送時間	昭文社「スーパーマップル・デジタル20」 JR貨物（2010）「コンテナ時刻表」 JR貨物（2015）「コンテナ時刻表」
輸送頻度	JR貨物（2010）「コンテナ時刻表」 JR貨物（2015）「コンテナ時刻表」 内航ジャーナル（2010）「内航定期便ガイド」 内航ジャーナル（2015）「内航定期便ガイド」
ロットサイズ	国土交通省（2010）「物流センサス」 国土交通省（2015）「物流センサス」
発着地の高速道路密度	国土交通省（2015）「道路統計年報」 国土地理院HP「令和2年全国都道府県市区町村別面積調」
アクセス距離	昭文社「スーパーマップル・デジタル20」
イグレス距離	昭文社「スーパーマップル・デジタル20」
発着地工業製品出荷額	経済産業省（2011）「経済センサス」 経済産業省（2016）「経済センサス」

（筆者作成）

表 3 基本統計量

変数名	単位	データの個数	平均	標準誤差	最小値	最大値
輸送時間	時間	49435	31.20859025	0.083001403	3.88	94.05
輸送頻度	回/週	49435	35.82571053	0.297552951	1	168
ロットサイズ	トン	49435	2.357687508	0.030542165	0.00419857	174.8309
発地高速道路密度	km/100平方km	49435	269.6878639	0.478629701	48.35	601.6
着地高速道路密度		49435	268.3229483	0.487447155	48.35	601.6
アクセス距離（貨物駅）	km	49435	11.60555275	0.058234727	0.6	55.5
イグレス距離（貨物駅）		49435	11.81374532	0.059688988	0.6	55.5
アクセス距離（港）		49435	42.4246991	0.228187905	0.9	241.6
イグレス距離（港）		49435	44.5520886	0.231426645	0.9	241.6
発地工業製品出荷額	円/従業者	49435	37.51495569	0.057297208	19.2420555	71.34705
着地工業製品出荷額		49435	37.09189928	0.055973739	19.2420555	71.34705
年度ダミー	ダミー	49435	0.487711136	0.002248153	0	1
農水産品ダミー		49435	0.201072115	0.001802673	0	1
林産品ダミー		49435	0.037726307	0.000856956	0	1
軽工業品ダミー		49435	0.372509356	0.0021745	0	1
雑工業品ダミー		49435	0.304743603	0.00207027	0	1

(筆者作成)

第6項 推定結果

推定結果は表4のとおりである。

表4 推定結果

	変数名	輸送機関	係数	標準誤差	z値	変数名	輸送機関	係数	標準誤差	z値
輸送機関の属性	所要時間		-0.0357***	-0.000618	-57.56					
	輸送頻度		0.00536***	-0.00144	3.72					
個体ごとの属性	ロットサイズ	鉄道	0.910***	-0.00447	203.39	発地工業製品出荷額	鉄道	0.0658***	-0.00084	78.29
		フェリー	0.643***	-0.00402	160.16		フェリー	-0.0140***	-0.000539	-26.02
		コンテナ船	0.940***	-0.0108	86.99		コンテナ船	0.0940***	-0.0158	5.95
		RORO船	0.938***	-0.00498	188.4		RORO船	0.00141	-0.00271	0.52
	発地高速道路密度	鉄道	-0.00613***	-0.000114	-53.88	着地工業製品出荷額	鉄道	-0.0265***	-0.00101	-26.09
		フェリー	0.00369***	-3.34E-05	110.61		フェリー	-0.0382***	-0.000578	-66.09
		コンテナ船	0.00226	-0.00142	1.59		コンテナ船	-0.111***	-0.022	-5.07
		RORO船	-0.00457***	-0.00033	-13.87		RORO船	-0.00779***	-0.00247	-3.16
	着地高速道路密度	鉄道	0.00127***	-7.81E-05	16.27	年度ダミー	鉄道	-1.023***	-0.0203	-50.42
		フェリー	-0.000479***	-5.35E-05	-8.96		フェリー	0.606***	-0.0108	55.89
		コンテナ船	0.000841	-0.00159	0.53		コンテナ船	2.856***	-0.544	5.25
		RORO船	-0.00230***	-0.000252	-9.15		RORO船	1.511***	-0.059	25.6
	アクセス距離（貨物駅）	鉄道	-0.0532***	-0.00115	-46.3	農水産品ダミー	鉄道	3.185***	-0.133	23.9
		フェリー	0.0331***	-0.000441	75.02		フェリー	7.772***	-0.32	24.29
		コンテナ船	0.0427***	-0.0147	2.91		コンテナ船	33.21	-488.821	0
		RORO船	0.105***	-0.00157	67.1		RORO船	-10.14	-1.287	-0.01
	イグレス距離（貨物駅）	鉄道	-0.0250***	-0.000995	-25.12	林産品ダミー	鉄道	-5.172***	-0.231	-22.42
		フェリー	-0.0393***	-0.000728	-53.94		フェリー	3.894***	-0.322	12.1
		コンテナ船	0.0455	-0.0307	1.48		コンテナ船	11.42	-488.822	0
		RORO船	-0.0300***	-0.00365	-8.2		RORO船	1.181*	-0.632	1.87
	アクセス距離（港）	鉄道	0.00634***	-0.000205	30.88	軽工業品ダミー	鉄道	4.220***	-0.127	33.15
		フェリー	-0.0159***	-0.000252	-63.18		フェリー	6.478***	-0.32	20.26
		コンテナ船	-0.147***	-0.0282	-5.21		コンテナ船	30.42	-488.821	0
		RORO船	-0.0323***	-0.00149	-21.59		RORO船	8.651***	-0.52	16.64
	イグレス距離（港）	鉄道	0.00306***	-0.000205	14.93	雑工業品ダミー	鉄道	4.635***	-0.13	33.65
		フェリー	0.00391***	-8.37E-05	46.74		フェリー	6.353***	-0.32	19.84
		コンテナ船	-0.521***	-0.0835	-6.25		コンテナ船	33.69	-488.821	0
		RORO船	0.00140***	-0.000526	2.65		RORO船	9.287***	-0.522	17.79
Constant	鉄道	-8.905***	-0.267	-33.32						
	フェリー	-9.672***	-0.399	-24.24						
	コンテナ船	-41.78	-488.821	0						
	RORO船	-16.31***	-0.593	-27.51						
Observations	23726765									
Log likelihood	-301971.11									
有意水準	***1%有意 **5%有意 *10%有意									

(筆者作成)

第7項 結果の解釈

● 仮説1：「ロットサイズ拡大は鉄道・船舶の選択に正の影響を与える」

鉄道、船舶において「ロットサイズ」が正に有意な結果となり、仮説1「ロットサイズ拡大は鉄道・船舶の選択に正の影響を与える」が支持された。このことから、ロットサイ

ズを拡大すると鉄道や船舶が選択されやすくなると解釈することができる。鉄道も考慮したより一般的な分析において、松倉ほか（2013）と同様の結果が得られた。

● 仮説 2：「所要時間の増加は、輸送機関選択に負の影響を与える」

「所要時間」が負に有意な結果となり、仮説 2「所要時間の増加は、輸送機関選択に負の影響を与える」が支持された。このことから、所要時間が短縮されると鉄道や船舶が選択されやすくなると解釈することができる。北海道・沖縄を除く地域の貨物を対象にした分析において、伊藤（2008）と同様の結果が得られた。

● 仮説 3：「貨物駅・港までのアクセス距離・イグレス距離の延長は、それぞれ鉄道・船舶の選択に負の影響を与える」

さらに「アクセス距離（貨物駅）」、「アクセス距離（港）」、「イグレス距離（港）」が負に有意な結果となり、仮説 3「貨物駅・港までのアクセス距離・イグレス距離の延長は、それぞれ鉄道・船舶の選択に負の影響を与える」が支持された。一方、フェリー、RORO 船の「イグレス距離（港）」が正となり仮説と反対の結果を得た。このことから、荷主は港までのアクセス距離のみを考慮し、着港から着代表地点までのイグレス距離はあまり勘案しないと解釈することができる。

● その他の変数

その他の変数も、概ね予測通りの結果が得られた。品類ダミーに着目すると、全ての品類で係数が正となる輸送機関があったため、どの品類も必ずしもトラックで輸送する必要はなく、モーダルシフトの余地があることが明らかとなった。

第 8 項 オッズ比の解釈

推定された係数では選択確率への影響を捉えることができないため、オッズ比を算出する。オッズ比とは、選択確率の比を意味し、 $\frac{P[y_i=j]}{P[y_i=l]}$ という式で表される。輸送機関属性の変数と荷主属性の変数のオッズ比で解釈の方法が異なるため、順に詳説する。

オッズ比の推定結果は表 5 の通りである。

表 5 各変数のオッズ比

変数名	輸送機関	オッズ比	変数名	輸送機関	オッズ比
所要時間		0.9649521	輸送頻度		1.005378
ロットサイズ	鉄道	2.483204	発地工業製品出荷額	鉄道	1.068
	フェリー	1.902591		フェリー	0.9860716
	コンテナ船	2.559885		コンテナ船	1.098547
	RORO船	2.554455		RORO船	1.001413
発地高速道路密度	鉄道	0.9938867	着地工業製品出荷額	鉄道	0.9738651
	フェリー	1.003702		フェリー	0.9625186
	コンテナ船	1.00226		コンテナ船	0.8945783
	RORO船	0.9954368		RORO船	0.9922432
着地高速道路密度	鉄道	1.001272	年度ダミー	鉄道	0.3593803
	フェリー	0.9995208		フェリー	1.832559
	コンテナ船	1.000842		コンテナ船	17.39342
	RORO船	0.9976988		RORO船	4.531527
アクセス距離（貨物駅）	鉄道	0.948219	農水産品ダミー	鉄道	24.16839
	フェリー	1.033643		フェリー	2372.942
	コンテナ船	1.043609		コンテナ船	2.64E+14
	RORO船	1.110952		RORO船	0.0000393
イグレス距離（貨物駅）	鉄道	0.9753294	林産品ダミー	鉄道	0.005675
	フェリー	0.9614952		フェリー	49.12328
	コンテナ船	1.046574		コンテナ船	90783.54
	RORO船	0.9704857		RORO船	3.257264
アクセス距離（港）	鉄道	1.006365	軽工業品ダミー	鉄道	68.03737
	フェリー	0.9842001		フェリー	650.7322
	コンテナ船	0.8631819		コンテナ船	1.63E+13
	RORO船	0.9682542		RORO船	5715.706
イグレス距離（港）	鉄道	1.003061	雑工業品ダミー	鉄道	103.0775
	フェリー	1.003919		フェリー	574.2466
	コンテナ船	0.5936854		コンテナ船	4.27E+14
	RORO船	1.001398		RORO船	10801.69

(筆者作成)

● 輸送機関属性の変数のオッズ比

ここでは、所要時間のオッズ比を解釈する。オッズ比は以下の式で表される。

$$\frac{P[y_i = j]}{P[y_i = l]} = \exp((x_{ij} - x_{il})\beta)$$

輸送機関属性の変数の差である $(x_{ij} - x_{il})$ に着目して解釈する。解釈方法としては、選択肢 j と選択肢 l の差が1単位広がった場合、 j の選択確率は l の選択確率のオッズ比倍となる。

例として、 j を鉄道、 l をトラックとおき、所要時間のオッズ比を解釈する。所要時間のオッズ比は約0.96であるため、鉄道とトラックの所要時間の差が1時間増加した場合、鉄道の選択確率はトラックの選択確率の約0.96倍となり、トラックに比して選択されにくくなることがわかる。

● 荷主属性の変数のオッズ比

ここでは、ロットサイズのオッズ比を解釈する。オッズ比は以下の式で表される。

$$\frac{P[y_i = j]}{P[y_i = l]} = \exp(x_i \beta^j)$$

荷主 i の説明変数が1単位上昇した場合、選択肢 j の選択確率は、基準の選択肢であるトラックの選択確率のオッズ比倍であると解釈できる。

例として、 j をフェリーとしてロットサイズのオッズ比を解釈する。 $y_i = 1$ は、個体 i がトラックを選択したということを表す。フェリーのロットサイズのオッズ比は、約1.9であるため、フェリーのロットサイズが1トン増加すると、フェリーの選択確率はトラックの選択確率の約1.9倍となり、トラックに比して選択されやすくなることがわかる。

第4章 政策提言

第1節 政策提言の方向性

分析では、取り扱い貨物や立地等に起因する荷主の属性と各輸送機関の選択肢の属性が荷主の輸送機関選択に与える影響を明らかにした。その結果、荷主の属性であるロットサイズの拡大は鉄道・船舶輸送に正の影響を与えることが、アクセス距離の延長は輸送機関の選択に負の影響を与えることが実証された。また、輸送機関選択肢の属性である所要時間の増加は輸送機関の選択に負の影響を与えることが実証された。以上のことから、モーダルシフトを促進するためには、鉄道・船舶輸送におけるロットサイズの拡大と所要時間の短縮、アクセス距離の短縮が効果的であると言える。

以下では、分析結果を元に3つの提言を行う。政策提言の概要は図7の通りである。

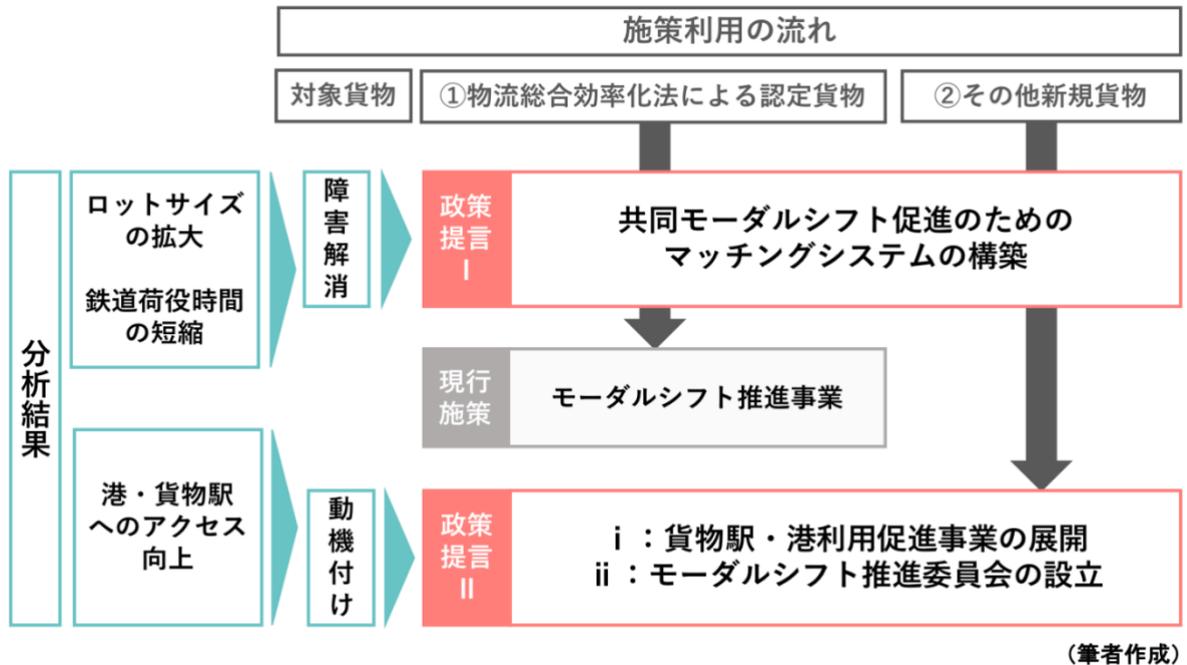
【政策提言Ⅰ 共同モーダルシフト促進のためのマッチングシステムの構築】

【政策提言Ⅱ－ⅰ 貨物駅・港利用促進事業の展開】

【政策提言Ⅱ－ⅱ モーダルシフト推進委員会の設立】

まず、モーダルシフトへのインセンティブが高まったとしてもロットサイズが不適合であること、荷役時間短縮に資する31ftコンテナの使用が難しいことから、実行に移せない荷主の障害を解消するため、他社の貨物とのマッチングを行い共同輸送・コンテナの共同往復利用の促進を提言する（政策提言Ⅰ）。また、そもそもモーダルシフトへの関心が高まっていない荷主に対して、イニシャルコストを軽減しインセンティブを高めるため、都道府県ごとの貨物駅・港の利用補助事業の展開を提言する（政策提言Ⅱ－ⅰ）。さらに、政策提言Ⅱ－ⅰの効果をより高めるため、モーダルシフト補助事業の窓口一元化とモーダルシフト推進委員会の設立を提言する（政策提言Ⅱ－ⅱ）。

図 7 政策提言の概要図



第2節 政策提言

第1項 共同モーダルシフト促進のためのマッチングシステムの構築

【政策提言 I 共同モーダルシフト促進のためのマッチングシステムの構築】

- 提言対象：国土交通省

- 政策を打ち出す理由

本稿における分析から、ロットサイズの拡大と鉄道輸送における荷役時間の短縮はモーダルシフト促進に資することが明らかとなった。

まず、ロットサイズの拡大の代替方法としての共同輸送について検討する。出荷時のロットサイズは取り扱い貨物の品類や在庫状況によって決定されるため、荷主側が容易に変更することはできない。よって、自社のみで出荷ロットサイズを拡大

することが難しい場合は他の荷主と共同輸送を行うことで、輸送時のロットサイズを拡大し船舶や鉄道に適した貨物量にすることが必要である。

次に、鉄道・船舶輸送の所要時間短縮について検討する。まず、鉄道・船舶輸送の所要時間は運行時間と荷役時間に分けることができる。このうち、運行時間を短縮することは難しいため、荷役時間の短縮を行う。

現在、鉄道輸送において、荷役時間の短縮に大きな効果をもたらす 31ft コンテナへの需要が高まっている²⁶。31ft コンテナとは、10t トラックと同等の積載量であり、貨物駅においてコンテナの中身を詰め替えることなくコンテナごと切り離して荷役を行うことができるため、荷役時間の短縮に大きな効果をもたらす。よって、荷主は荷役時間短縮のために 31ft コンテナを利用することが有効であると考ええる。しかし、荷主への聞き取り調査²⁷によると、JR 貨物が認める 31ft コンテナの利用における事実上の条件として、往復で利用することが求められていることが分かった。また、コンテナは往復利用を行うことによって積載効率が上がりコストの削減が可能となる。以上のことから、荷主にとって 31ft コンテナの利用には帰り荷を確保することは不可欠である。よって、他社との共同 31ft コンテナ往復利用を促進する必要があると考えられる。

船舶輸送においては、港側が荷役設備を導入しなければ荷役時間を短縮することが難しく荷主の努力では所要時間を削減できないため、本稿では提言対象外とする。

以上より、輸送ロットサイズ拡大に資する他社との共同輸送と鉄道輸送における所要時間短縮に資する共同 31ft コンテナ往復利用を促進するため、荷主間のマッチングシステム構築を行うことを提言する。

● 内容

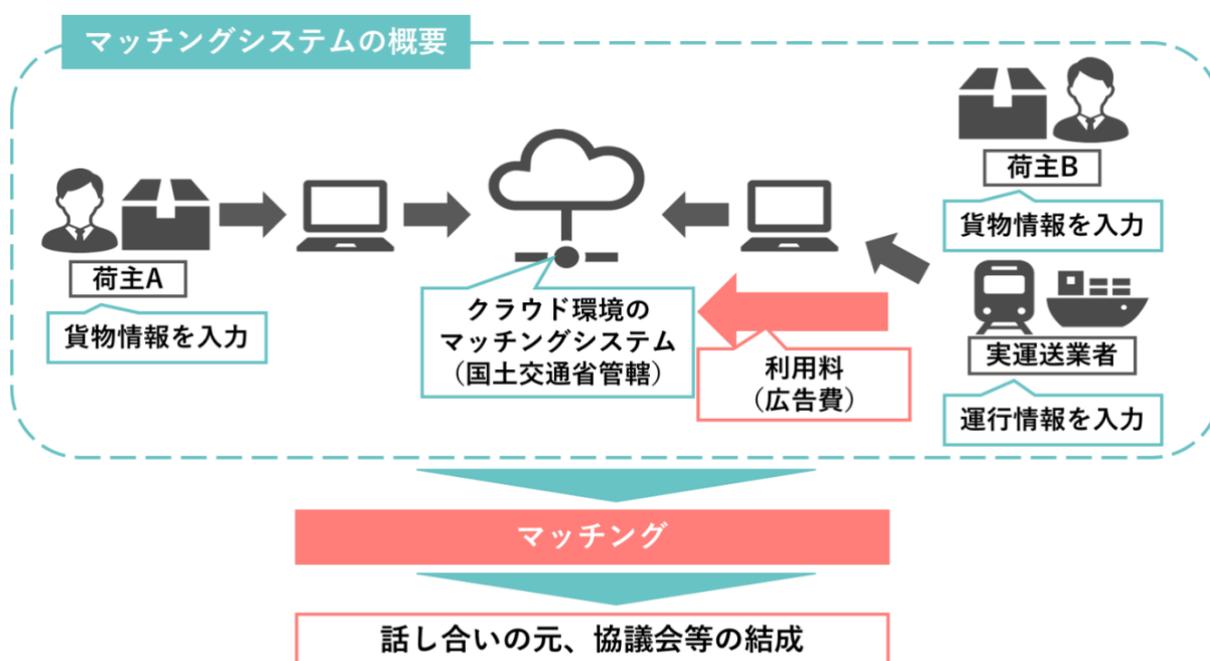
2014 年、2015 年に国土交通省が試行運用を行っていた、検証用マッチングシステムをモーダルシフトの促進を目的として改良し再構築することを提言する。このマッチングシステムでは、荷主がマッチングしたい貨物の詳細な情報を PC に入力し、クラウド上に構築されたシステムによって、条件に合った荷主と自動的にマ

²⁶ 2020 年 10 月 21 日 JR 貨物への聞き取り調査より

²⁷ 2020 年 10 月 3 日に実施

マッチングできるようにする。また、鉄道・船舶の運行情報検索機能を含み、輸送貨物と輸送手段のマッチングも行う。鉄道の運行情報は、JR 貨物から一括して情報提供を受けること、船舶の運行情報は現在国土交通省が構築している「モーダルシフト船の運航情報等一括検索システム」によって収集したデータを統合することとする（図 8 参照）。

図 8 マッチングシステムの概要図

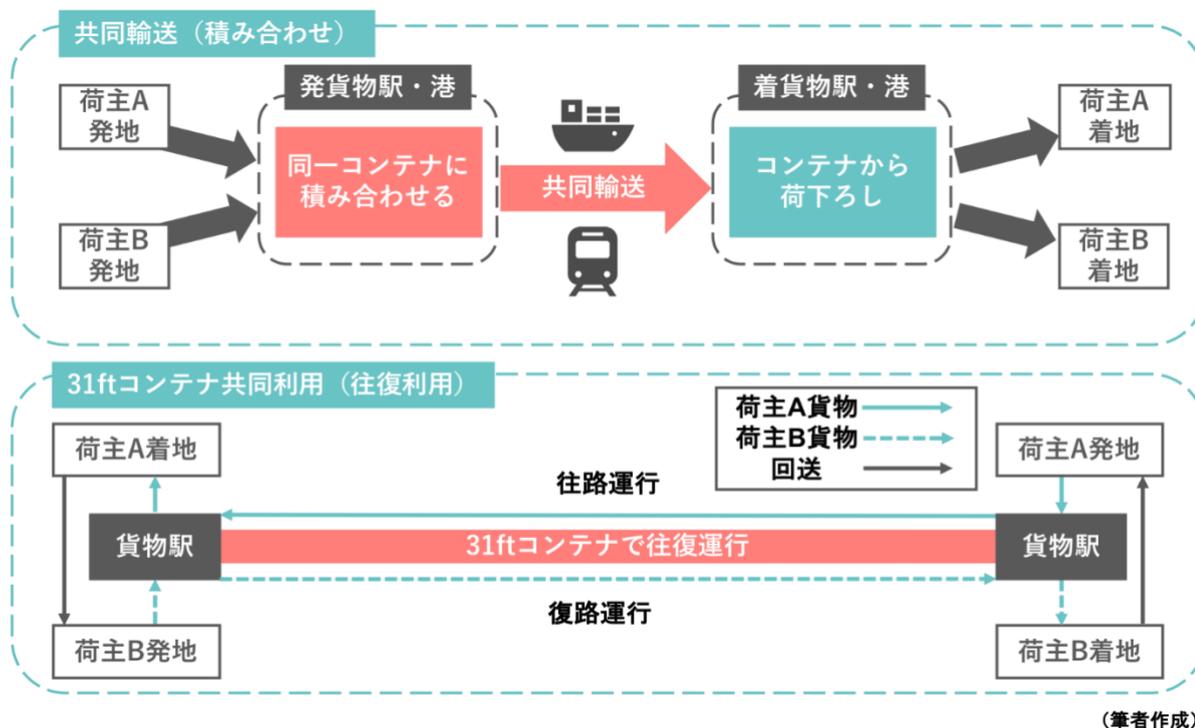


(筆者作成)

想定している荷主同士のマッチング方法は 2 点ある。1 点目は、同コンテナに複数の荷主の貨物を詰め合わせる共同輸送のマッチングである。これは、出荷ロットサイズを拡大することができず、鉄道・船舶輸送に切り替えることのできない荷主同士が詰め合わせを行うことによって、輸送ロットサイズを拡大しモーダルシフトを促す効果がある。トラック輸送において共同輸送を行う際も、小ロットの貨物を大型トラックに詰め合わせる必要があることから、モーダルシフトを行うことによって新たに発生する手間ではないと言える。2 点目は、31ft コンテナの往路貨物と

復路貨物のマッチングである。これによって、荷役時間を短縮するために 31ft コンテナを利用したい荷主が帰り荷を確保することでコストを削減することが可能となり、31ft コンテナ利用への障害を解消できる（図 9 参照）。

図 9 想定しているマッチング方法



当時の実証実験では、荷主間の与信や運用面での話し合いの重要性と運営コストの捻出に対する問題が明らかとなった。前者に対しては、マッチング後、一定の話し合いの期間を持たせることによってどちらかの貨物が輸送されなくなった場合などの想定を含む詳細な契約が行えるものとする。また、後者に対しては鉄道事業者・船舶事業者ら実運送業者が広告費として利用料を支払うこととする。これによって、システムの持続的な運用が見込める。

● 期待される効果

マッチングシステムを利用することにより、荷主同士の「出会いの場」を提供することが可能となり、輸送ロットサイズの拡大と荷役時間短縮に資する 31ft コン

テナの利用促進に繋がる。これによって、自社だけでは鉄道・船舶に適合したロットサイズでないことや、所要時間が長いことからモーダルシフトを敬遠していた荷主に対してモーダルシフトを行うきっかけを提供することができる。さらに、国土交通省への聞き取り調査²⁸より、上述した「モーダルシフト船の運航情報等一括検索システム」を構築する際に荷主は網羅的な運行情報を必要としていること、中立性が保たれた場所での運行情報検索を行いたいと考えていたことが明らかとなった。この課題に対しても、国が主体となりマッチングシステムの構築を行うことで、運行情報の網羅性・システムの中立性を担保することができる。

付随効果としては、各輸送モードにおける積載効率の上昇が見込めるため効率的な貨物輸送を行うことができる上に、荷役作業の削減ができるためトラックドライバーや貨物駅の作業員の負担を軽減することができる。また、協議会の結成が前提となっている国のモーダルシフト推進事業への利用を促すことができ、よりトラックドライバーの労働時間短縮効果の大きいモーダルシフトの取り組みを推進することができる。

● 実現可能性

2014年度、2015年度に国交省が検証用の共同輸送促進のためのマッチングシステムを構築している段階にあり、報告書内では今後の実用化に向けた動きも示唆されているものの、現在は実用化に向けた動きはない。しかし、当時の検討会においてマッチングシステムの導入・活用に一定の有効性を認めていること、当時のマッチングシステムはトラック間での共同輸送を主眼にしていたものの、現在政府はモーダルシフトに対する施策に重点をおいている²⁹ことから、モーダルシフト用のマッチングシステムとして今後改良を経て実用化することは可能であると考えられる。当時国土交通省と連携してマッチングシステムの検証を行っていた環境省への聞き取り調査³⁰においても、再び話題として上がれば再構築は可能であるとの回答を得た。JR貨物への聞き取り調査³¹においても、国とJR貨物が主体となり共同輸

²⁸ 2020年10月26日に実施

²⁹ 2020年11月4日環境省への聞き取り調査より

³⁰ 2020年11月4日に実施

³¹ 2020年10月27日に実施

送やマッチングの取り組みを推進していくことは非常に有効であるとの回答を得た。

また、網羅的な情報の収集についても、国土交通省が「モーダルシフト船の運航情報等一括検索システム」構築のために収集している情報をマッチングシステムに組み込むことで、網羅的に船舶の運航情報を掲載することは可能である。また、鉄道の運行情報においても JR 貨物と連携することによって一括で情報提供を受けることができる。以上より、本提言の実現可能性は高いと考えられる。

第2項 都道府県によるモーダルシフト推進事業

本項では、現行の国のモーダルシフト推進事業では網羅しきれていない荷主への補助を目的とした提言と、その施策の効果をより高めるための提言を行う。

【政策提言Ⅱ－i 貨物駅・港利用促進事業の展開】

- 提言対象：都道府県

- 政策を打ち出す理由

本稿における分析から、貨物駅・港への立地的な利便性が低いことが、荷主のモーダルシフトを行う際の阻害要因であることが明らかとなった。このことから、荷主は貨物駅・港へのアクセス距離が長いほど、それによって失う機会費用が大きいために貨物駅・港を利用するモーダルシフトを敬遠していると言える。よって、この費用を補填することで、貨物駅・港の利用を促すことがモーダルシフト促進に繋がる可能性がある。

また、モーダルシフトに対するインセンティブが付与されていないこともモーダルシフトが進まない要因であると言える。現在、国はモーダルシフト推進事業を展開し、荷主や物流事業者等複数の主体から成る協議会を結成した上で、運行計画策定を行い、認定された事業に対して初年度の運行経費の1/2以内（上限500万円）の補助と計画策定費への補助を行なっている。しかし、第1章でも述べたように、本事業は完全な公募形式になっていることや、その採択事業数が例年10件以内にとどまっていることから、貨物輸送全体に対して補助金の給付によるインセンティ

ブを高めることができていない。よって、荷主のモーダルシフトへのインセンティブを高めるため、幅広い貨物を対象とした補助事業を展開する必要がある。

一方で、国の認定事業ではないもののモーダルシフトを行う事業者に対しては、すでに複数の地方公共団体が独自の施策を展開している。また、物流総合効率化法の基本方針において、地域における物流の維持に貢献する。複数の地方公共団体への聞き取り調査³²において、広域的な物流については、国が主体となって施策を実施する必要がある一方、地方公共団体は管轄地域の物流維持のため、トラックドライバー不足への対応や地元港利用の働きかけを主体的に行わなければならないとの回答を得た。総合効率化事業の実施にあたり、地方公共団体は本事業に積極的に参加又は関与する旨が記載されている。それにも関わらず、現在地方公共団体の関わりは希薄である。近畿運輸局への聞き取り調査³³において、国のモーダルシフト推進事業に対して都道府県をはじめ、地方公共団体の関連した事例はあまりないとの回答を得た。しかし、上述したように、地方公共団体は地域の物流の維持・促進のために積極的に働きかけることが望ましく、人材不足解消に向けた取り組みを行なっていく責務がある。

以上より、荷主が貨物駅・港への立地的な利便性が低いために失っていると考えられる機会費用に対して働きかける意義があること、国の補助事業が不十分であること、貨物駅・港への利用を促す役目を果たすはずの地方公共団体が十分に機能していないことを課題とする。これらの課題を解消するため、国の補助事業を補填する形で都道府県による貨物駅・港の利用促進事業の展開を提言する。

● 内容

該当都道府県内の貨物駅又は港を利用して貨物を輸送した荷主企業に対して、輸送費用の一部を補助する事業の展開を提言する。分析結果より、発貨物駅・港への立地的な利便性が高まればモーダルシフトが進むことが明らかとなった。上述したように、利便性が低いことによって損失する機会費用への補助を行うことが目的であるため、補助主体は発地側の貨物駅・港を管轄する都道府県である。

³² 2020年10月29日に実施

³³ 2020年10月20日に実施

提言する具体的な内容は、以下の通りである。補助対象の輸送貨物は国の補助事業の認定を受けていないものの、新規にモーダルシフトを行う貨物である。補助期間は6ヶ月間で、助成額の基準については鉄道・船舶輸送貨物に対する補助制度を実施している地方公共団体の取り組みを参考に以下の表6に示した。ただし、この助成額の枠組みはあくまで参考基準であり、地域の特性を反映するために都道府県が独自で助成制度を設計することができる。補助金の申請を行う荷主は、貨物輸送実施後、発地側の貨物駅・港を管轄する都道府県に申請書を提出し、申請が認められた場合に6ヶ月間分の輸送費用に対する補助を受けることができる。

表 6 補助制度の参考助成額

補助制度の参考助成額（12ftコンテナ1個あたりの換算）				荷主あたりの上限 （年度）
	300km以上 500km未満	500km以上 1000km未満	1000km以上	
新規貨物 （鉄道）	15,000円	20,000円	30,000円	500,000円
新規貨物 （コンテナ船）				
新規貨物 （フェリー・ RORO船）	入港料・岸壁使用料全額免除			

（筆者作成）

● 期待される効果

貨物駅・港の立地的な利便性が低いためにモーダルシフトを敬遠している荷主企業に対して、イニシャルコストを軽減することで貨物駅・港の利用が促進され、モーダルシフトが進む。JR貨物への聞き取り調査³⁴によると、全国通運連盟が鉄道輸送費の一部に対する補助を行う「鉄道コンテナお試し輸送キャンペーン³⁵」は年間650件程度の利用があり、そのうち95%の荷主が継続して鉄道貨物輸送を行なっている。このことから、イニシャルコストに対する補助を行うことはモーダルシフトへの関心と継続を促すことができると言える。また、国の補助事業では幅広い荷

³⁴ 2020年9月16日に実施

³⁵ 鉄道コンテナ輸送へのモーダルシフト又は増送に資する試験輸送に対して、全国通運連盟がコンテナ2個分の2回の輸送費用の8割を負担する取り組みである。

主に対して補助を行うことが出来ていないという課題に対しても、本提言によってインセンティブを付与しモーダルシフトを促すことができる。

さらに、都道府県が補助事業を行うことによって、都道府県内の貨物駅・港の利用が促進され、地域の物流の発展・維持に大きな効果を与えることが期待される。

● 実現可能性

都道府県が荷主に対する補助を行うことで地元貨物駅・港の利用が促進される。これは、地域の物流維持、企業誘致及び産業の発展に結びつくため、本補助事業の費用対効果は高いと言える。また、既に複数の地方公共団体が地元貨物駅・港の利用補助事業を行なっているという事例が存在すること、さらに、イニシャルコストに対する補助であり永続的な補助金ほどの負担はないことから、本提言の実現可能性は高いと言える。

【政策提言Ⅱ－ⅱ モーダルシフト推進委員会の設立】

● 提言対象：国土交通省・都道府県

● 政策を打ち出す理由

政策提言Ⅱ－ⅰで述べたように、現在複数の地方公共団体において、港湾局や市町村の産業振興部・商工会議所など様々な関係部署が、各々で管轄地域内の貨物駅・港の利用補助を行なっている。しかし、防府市への聞き取り調査³⁵から、現在鉄道利用への補助と船舶利用への補助を違う部署で実施しており、荷主に対しモーダルシフト関連の補助事業を一括に提示することができていないことから、荷主が利用しやすいような補助体制を整えるべきであるとの意見を得た。そこで、本稿では政策提言Ⅱ－ⅰの効果を高めるため、各都道府県内におけるモーダルシフト推進委員会の設立と国を含めた補助事業の窓口一元化を提言する。

● 内容

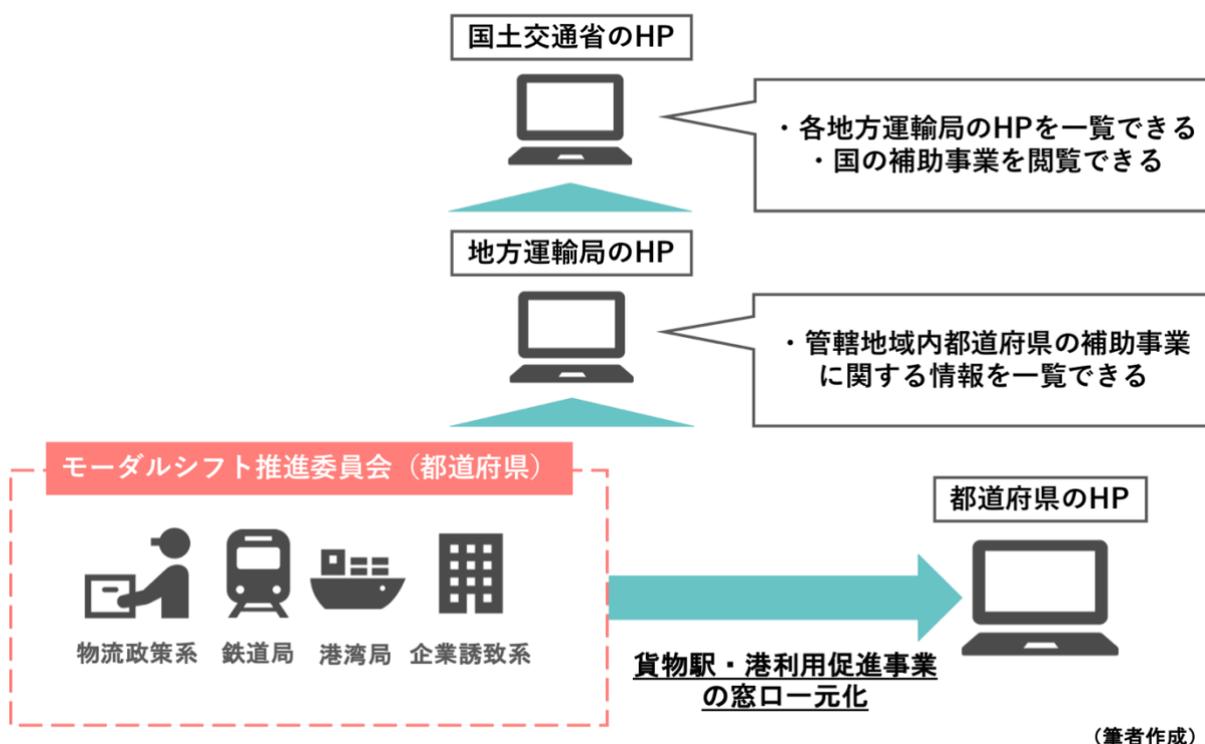
まず、政策提言Ⅱ－ⅰで提言した貨物駅・港の利用補助事業の総合的な実施と円滑な事務の履行を促すため、モーダルシフト推進委員会の設立を提言する。構成員

³⁵ 2020年10月4日に実施

は、都道府県の物流関係部署、港湾局や貨物駅に存在する市町村の担当者、企業誘致関係の部署の担当者とする。この委員会は必要に応じて定期的を開催することとし、各部署の情報を共有できる場所を提供する。

併せて、政策提言Ⅱ－iで提言した補助事業と国の補助事業を含めた補助事業の窓口を一元化することを提言する。まず、政策提言Ⅱ－iで提言した各都道府県の貨物駅・港の利用補助事業の情報と申請手続きに関する情報を統括し、都道府県のHPに掲載する。これによって、荷主はモーダルシフトに関する補助事業を一覧し、自社にあった輸送方法を選択することができる。さらに、国土交通省の支部局であり国のモーダルシフト推進事業の窓口となっている地方運輸局が、管轄内の都道府県のHPの内容を取りまとめ、国土交通省が国の補助事業と統括して国土交通省のHP上に掲載することで、広域的な輸送に関しても情報を一覧できるようにする（図10）。

図 10 モーダルシフト推進委員会と補助事業窓口一元化の概要



● 期待される効果

以上の提言により、各担当部署の担当者が情報共有を行うことで政策提言Ⅱ－iで提言した補助事業を総合的に実施できることから、Ⅱ－iの効果をより高めると期待できる。地方公共団体への聞き取り調査³⁷において、総合的な物流政策を主導する部署が設置されることで、モーダルシフトの推進につなげていくことは可能であるとの回答を得たことから、モーダルシフト促進に対する効果が見込める。

また、荷主は国や都道府県内で実施されているモーダルシフトに関する補助事業を一覧し、自社に最適な輸送方法を選択して補助事業を利用することができるため、モーダルシフトの促進に繋がる可能性が高い。

● 実現可能性

複数の地方公共団体への聞き取り調査³⁸において、新たな部署を設立することは可能であるとの回答を得た。しかし、新たな部署の設立のためには都道府県側への負担が大きい。そこで、定期的な情報交換の場としての委員会の設立にとどめることにより、多大なコストをかけることなく効果を発揮することができる。よって、本提言の実現可能性は高いと言える。

第3節 政策提言のまとめ

政策提言Ⅰより、モーダルシフトの関心が高まっているにもかかわらず、取り扱い貨物のロットサイズが小さいことや所要時間が長いという懸念を抱いている荷主に対して、他社との共同輸送・コンテナの往復利用を促進することで障害を解消し、モーダルシフトに繋げることができる。

政策提言Ⅱ－iより、都道府県が貨物駅・港の利用を促進し、幅広い貨物に対してインシヤルコストを軽減することによって、荷主のモーダルシフトへのインセンティブが高まることが期待される。

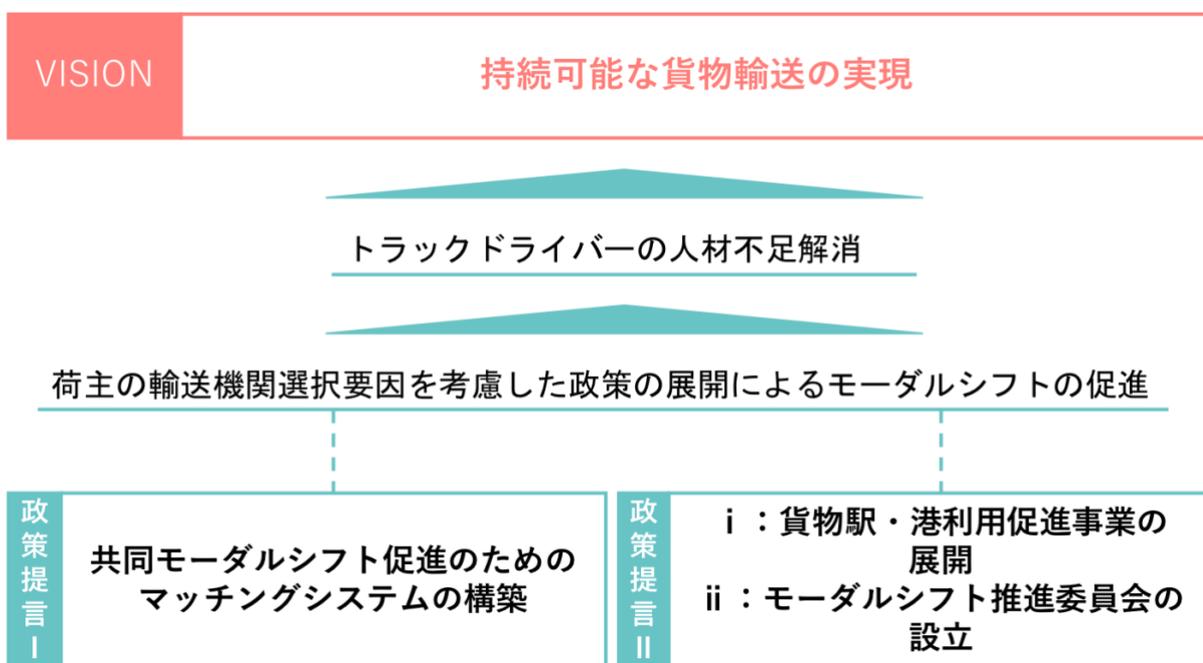
³⁷ 2020年10月29日に実施

³⁸ 2020年10月29日に実施

政策提言Ⅱ－iiより、荷主が政策提言Ⅱ－iで提言した補助事業を利用しやすくなること、都道府県内の各関係部署の連携によって総合的な補助事業の実施と事務の円滑な履行が期待できることから、Ⅱ－iの効果を高めることができる。

以上で提言した政策により、モーダルシフトに対する荷主の懸念点が解消され、モーダルシフトが促進される。モーダルシフトは効率的な輸送サービスを構築し、トラック輸送の人材不足を解消する。そして、本稿のビジョンである「持続可能な貨物輸送の実現」が達成される（図11）。

図 11 政策提言のまとめ



(筆者作成)

おわりに

本稿では、モーダルシフトを促進し、「持続可能な貨物輸送の実現」を達成することをビジョンとして、荷主の取り扱い貨物や立地等の違いに起因する輸送機関選択要因の分析を行なった。現状分析において、文献調査や国への聞き取り調査を通して、貨物輸送におけるトラックドライバー不足の現状と対応策としてのモーダルシフト政策についての課題を把握した。そして、分析により荷主の輸送機関選択の要因として、ロットサイズの拡大、所要時間の短縮、アクセス距離の短縮はモーダルシフト促進に資することを明らかにした。これらの結果を元に、本稿では、共同モーダルシフト促進のためのマッチングシステムの導入、都道府県による貨物駅・港の利用補助事業、モーダルシフト推進委員会の設立を提言した。

しかし、本稿では、非集計データの取得が間に合わず、都道府県ごとの集計データを用いて分析を行なっている。そのため、各荷主の特性を都道府県レベルでしか把握できていない。よって、より詳細なデータを用いた分析を行うことを今後の研究課題とする。

本稿の執筆にあたり、国土交通省や環境省、地方公共団体、そして 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る。

最後に、我々の研究が我が国の持続可能な貨物輸送の実現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

主要参考文献

- 伊藤秀和 (2008) 「モーダルシフト政策に寄与する貨物輸送経路選択のモデル分析 ランダム・パラメータ・ロジット・モデルの適用」『日本物流学会誌』16号, pp.201-208
- 松倉洋史・瀬田剛広・稗方和夫・大和裕幸 (2013) 「全国貨物流動を対象としたトンキロベースの海運モーダルシフト評価」『日本船舶海洋工学会論文集』18号, pp.177-188
- A. Colin Cameron and Pravin K. Trivedi (2005) " *Microeconometrics Methods and Applications*", United Kingdom, Cambridge University Press
- Daniel McFadden (1974) "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior", *Frontiers in Econometrics*, pp.105-142

引用文献

- 荒谷太郎 (2014) 「トラック輸送からフェリー・RORO 船輸送へのモーダルシフトの可能性に関する研究」『交通学研究』57号, pp. 41-48
- 一般社団法人東京都トラック協会 HP
〈<https://www.totokyo.or.jp/archives/18650>〉 2020/11/06 アクセス
- 運送業支援センターHP
〈<https://www.unsogyosien.com>〉 2020/11/06 アクセス
- 経済産業省 (2020) 「通商白書」
〈https://www.meti.go.jp/report/tsuhaku2020/pdf/2020_zentai.pdf〉 2020/11/06 アクセス
- 公益社団法人全国通運連盟 HP 「鉄道コンテナお試し輸送キャンペーン」
〈 http://www.t-renmei.or.jp/reference/leaflet/pdf/2020_leaf_otameshi.pdf 〉 2020/11/06
アクセス
- 公益社団法人全日本トラック協会 (2018) 「経営分析報告書 平成 28 年度決算版」
〈http://www.jta.or.jp/keieikaizen/keiei/keiei_bunseki/img/H28_keieibunseki_gaiyo.pdf〉
2020/11/06 アクセス

- 公益社団法人全日本トラック協会（2019）「日本のトラック輸送産業 現状と課題」
〈http://www.jta.or.jp/coho/yuso_genjyo/yuso_genjo2019.pdf〉 2020/11/06 アクセス
- 公益社団法人全日本トラック協会（2008－2020）「トラック運送業界の景況感」
〈<https://www.jta.or.jp/chosa/keikyo/keikyo.html>〉 2020/11/06 アクセス
- 公益社団法人鉄道貨物協会（2018）「本部委員会報告書」
〈<https://www.rfa.or.jp/guide/activity/pdf/30report.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 厚生労働省（2019a）「職業安定業務統計」
〈https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000192005_00002.html〉 2020/11/06 アクセス
- 厚生労働省（2019b）「過労死等防止対策白書」
〈<https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/karoushi/20/dl/20-1.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省（2015a）「輸出入コンテナ貨物の鉄道輸送の促進に向けた調査報告書」
〈<https://www.mlit.go.jp/common/001089596.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省（2015b）「モーダルシフト促進のための貨物鉄道の輸送障害時の代替輸送に係る諸課題に関する検討会報告書」
〈<https://www.mlit.go.jp/common/001097975.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省（2016a）「物流現場における課題と改善点の見える化事業」
〈<https://www.tb.mlit.go.jp/chubu/jidosya/tekiseitorihiki/mierukahoukoku.pdf>〉 2020/11/06
アクセス
- 国土交通省（2016b）「物流総合効率化法について」
〈<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/bukkouhou.html#section-1>〉 2020/11/06 ア
クセス
- 国土交通省（2017a）「総合物流施策大綱（2017年度～2020年度）」
〈<https://www.mlit.go.jp/common/001195191.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省（2017b）「海運モーダルシフトの現状について」
〈<https://www.mlit.go.jp/common/001213355.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省（2017c）「全国貨物純流動調査（物流センサス）報告書」
〈<https://www.mlit.go.jp/common/001184114.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省（2017d）「トラック運送における生産性向上方策に関する手引き」
〈https://www1.logistics.or.jp/Portals/0/resources/pdf/data/truck_seisanseitebiki_2016.pdf〉 2020/11/06 アクセス

- 国土交通省 (2019a) 「トラック隊列走行の現状と課題」
 〈https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/road_space/pdf02/02.pdf〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省 (2019b) 「自動運転の実現に向けた国土交通省の取り組みについて」
 〈<https://www.forum8.co.jp/fair/df/movie-ppt/day1-l04.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省 (2019c) 「モーダルシフト等推進事業 (補助事業) 制度」
 〈 https://www.maff.go.jp/kinki/seisan/nousan/yusyutu/attach/pdf/sisaku_setumei_H31-14.pdf〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省 (2019d) 「最近の物流政策について」
 〈http://www.t-renmei.or.jp/info/pdf/zenkokutaikai_14th_01.pdf〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省 (2020) 「モーダルシフト等推進事業について」
 〈<https://www.mlit.go.jp/common/001288624.pdf>〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省 HP 「エコレールマークのご案内」
 〈https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk2_000008.html〉 2020/11/06 アクセス
- 国土交通省 HP 「グリーン物流パートナーシップ」
 〈 <https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/GreenLogisticsPartnership.html> 〉
 2020/11/06 アクセス
- 斎藤実 (2020) 「物流危機の発生と物流商慣行の変容」『経済貿易研究』第 46 号
 世界経済フォーラム (2019) 「地域におけるアジェンダ」
 〈<https://jp.weforum.org/agenda/2019/03/2040-20/>〉 2020/11/06 アクセス
- 清水港 HP 「各種インセンティブ」
 〈<https://www.portofshimizu.com/ビジネス情報/インセンティブ/>〉 2020/11/06 アクセス
- 下関市企業立地 HP 「下関市モーダルシフト利用促進補助制度」
 〈<http://shimonoseki-kigyorich.jp/modal-shift.html>〉 2020/11/06 アクセス
- 新道路技術会議 (2012) 「道路交通時間価値に関する研究」『道路政策の質の向上に資する技術研究開発 成果報告レポート』No.21-1
- 徳島新聞 (電子版) (2019 年 1 月 26 日付)
- 永岩健一郎・松尾俊彦 (2014) 「トラック輸送の経路選択モデルによるモーダルシフト分析」『日本物流学会誌』13 号,pp.35-42
- 日本貨物鉄道株式会社 HP

〈<https://www.jrfreight.co.jp/modalshift>〉 2020/11/06 アクセス

- 日本貨物鉄道株式会社 (2018) 「トラックドライバー不足時代に対応する鉄道貨物輸送サービス」

〈<https://www.tb.mlit.go.jp/shikoku/content/180124kouen-jr.pdf>〉 2020/11/06 アクセス

- 林克彦 (2020) 「貨物輸送市場をめぐる構造変化と鉄道貨物輸送の役割」『鉄道の未来学 基調報告 56』 pp.4-7
- 物流 Weekly 『「標準的な運賃」はあくまで交渉材料 国交省が説明』(2019年3月25日)

〈<https://weekly-net.co.jp/news/44826/>〉 2020/11/06 アクセス

- 松倉洋史・瀬田剛広 (2016) 「ユニットロード貨物の陸海複合輸送シミュレーションを用いた施策評価手法の開発」『日本船舶海洋工学会論文集』 23号, pp.213-222
- 水谷淳 (2016) 「道路貨物輸送産業における労働力不足：規制緩和と所得分配の視点から」『運輸と経済』 第76巻10号, pp.84-89
- モーダルシフト促進のための要因分析調査委員会 (2007) 「モーダルシフト化率の動向分析」

〈<https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/15/150326/02.pdf>〉 2020/11/06 アクセス

- 山本俊行 (2012) 「離散選択モデルの発展と今後の課題」『交通工学』Vol. 47, No.2, pp.4-9
- 百合本茂 (2006) 「輸送手段選択問題へのファジイ線形計画モデルの応用」『創立五十周年記念論文集』 第1巻, pp.549-570
- 厲国権 (2014) 「鉄道貨物輸送へのモーダルシフトの可能性を分析する」『RRR』 Vol.71, No.1, pp20-23

データ出典

- 経済産業省 (2011) 「経済センサス」
- 経済産業省 (2016) 「経済センサス」
- 国土交通省 (2015) 「港湾統計」
- 国土交通省 (2010) 「全国貨物純流動調査(物流センサス)報告書」
- 国土交通省 (2015) 「全国貨物純流動調査(物流センサス)報告書」
- JR 貨物 (2010) 「コンテナ時刻表」

- JR 貨物 (2015) 「コンテナ時刻表」
- 昭文社 (2020) 「スーパーマップルデジタル 20」
- 内航ジャーナル (2010) 「海上定期便ガイド」
- 内航ジャーナル (2015) 「海上定期便ガイド」

付録

別添1 各都道府県の代表駅一覧

都道府県	代表駅名	都道府県	代表駅名
青森県	東青森	滋賀県	京都貨物
岩手県	盛岡貨物ターミナル	京都府	京都貨物
宮城県	仙台貨物ターミナル	大阪府	大阪貨物ターミナル
秋田県	秋田貨物	兵庫県	神戸貨物ターミナル
山形県	山形ORS	奈良県	百済貨物ターミナル
福島県	郡山貨物ターミナル	和歌山県	和歌山ORS
茨城県	土浦	鳥取県	湖山ORS
栃木県	宇都宮貨物ターミナル	島根県	東松江新営業所
群馬県	倉賀野	岡山県	岡山貨物ターミナル
埼玉県	新座貨物ターミナル	広島県	広島貨物ターミナル
千葉県	千葉貨物	山口県	新南陽
東京都	東京貨物ターミナル	徳島県	徳島ORS
神奈川県	横浜羽沢	香川県	高松貨物ターミナル
新潟県	新潟貨物ターミナル	愛媛県	松山
富山県	富山貨物	高知県	高知ORS
石川県	金沢貨物ターミナル	福岡県	福岡貨物ターミナル
福井県	南福井	佐賀県	鍋島
山梨県	竜王	長崎県	長崎ORS
長野県	北長野	熊本県	熊本
岐阜県	岐阜貨物ターミナル	大分県	西大分
静岡県	静岡貨物	宮崎県	佐土原ORS
愛知県	名古屋貨物ターミナル	鹿児島県	鹿児島貨物ターミナル
三重県	四日市		

(筆者作成)

別添2 各都道府県の代表港一覧

都道府県	代表港	都道府県	代表港
青森県	青森	滋賀県	大阪
岩手県	大船渡	京都府	舞鶴
宮城県	仙台	大阪府	大阪
秋田県	秋田	兵庫県	神戸
山形県	酒田	奈良県	大阪
福島県	小名浜	和歌山県	和歌山下津
茨城県	大洗	鳥取県	境
栃木県	大洗	島根県	浜田
群馬県	東京	岡山県	水島
埼玉県	東京	広島県	広島
千葉県	千葉	山口県	徳山下松
東京都	東京	徳島県	徳島小松島
神奈川県	横浜	香川県	高松
新潟県	新潟	愛媛県	松山
富山県	伏木富山	高知県	須崎
石川県	金沢	福岡県	北九州
福井県	敦賀	佐賀県	唐津
山梨県	清水	長崎県	佐世保
長野県	東京	熊本県	熊本
岐阜県	名古屋	大分県	大分
静岡県	清水	宮崎県	宮崎
愛知県	名古屋	鹿児島県	鹿児島
三重県	四日市		

(筆者作成)