

令和元年6月19日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2018

課題番号：26420515

研究課題名（和文）モーダルシフトの促進と国際海上輸送の効率化を目指したシー＆レール一貫輸送の研究

研究課題名（英文）STUDY ON INTERMODAL FREIGHT TRANSPORTATION BY SEA AND RAIL FOR PROMOTION OF MODAL SHIFT AND EFFICIENCY OF INTERNATIONAL MARINE CONTAINER TRANSPORTATION

研究代表者

秋田 直也（AKITA, Naoya）

神戸大学・海事科学研究科・准教授

研究者番号：80304137

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,900,000円

研究成果の概要（和文）：トラック輸送に比べて輸送効率の高い鉄道輸送や船舶輸送へのモーダルシフトの促進が求められている中、国内において、鉄道・船舶輸送の強みである中・長距離地域間輸送の貨物需要がますます減少することが懸念されている。そこで本研究では、西日本地域を対象として、モーダルシフト促進のための中・長距離地域間輸送の貨物需要を創出することを目的としたシー＆レール一貫輸送サービスの導入可能性と、外貿貨物と国内貨物を組み合わせたサービスを既存の鉄道輸送システムで実施する際の課題を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、環境負荷の低減に加え、長距離トラックドライバー不足の問題から、いかにして必要な国内輸送手段を確保するかが求められてきており、モーダルシフト促進の重要性はさらに高まっているといえる。こうした中、本研究では、シー＆レール一貫輸送サービスの導入可能性の検討を通じ、国際海上輸送と国内鉄道輸送の実態ならびにそれらが抱える問題点を明らかにしており、得られた知見は、今後、モーダルシフトの促進策を検討していく上で、重要な示唆を与えるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Promotion of modal shift from truck to rail or ship has been required in freight transportation. However, it is feared that the demand for medium- and long-distance interregional cargo transportation with the advantages by rail or ship, may gradually decrease in the near future. In this study, I proposed the intermodal freight transportation service by sea and rail in the Western part of Japan to create the demand for interregional cargo transportation for the promotion of modal shift. Then, thorough the examination of the possibility of introduction of the proposed service, I revealed issues on existing rail transportation system to provide the matching service between foreign trade cargo and domestic cargo.

研究分野：交通工学，ロジスティクス

キーワード：シー＆レール一貫輸送 鉄道コンテナ輸送 国際海上コンテナ輸送 モーダルシフト

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

運輸部門の物流分野では、官民が協調したグリーン物流が推進され、輸送効率の改善に伴う環境負荷の低減と経済合理性の両立が目指されている。こうした中、トラックによる幹線貨物輸送を、輸送単位当たりのCO₂排出量が小さな鉄道や船舶に転換することで、環境負荷の低減を図ろうとするモーダルシフトの促進が求められている。しかし、トラック輸送が、単独で貨物を戸口から戸口へ配送することが可能であるのに対し、鉄道・船舶による輸送は、鉄道駅や港湾においてトラック輸送と連携した複合一貫輸送サービスであることから、輸送コストや輸送時間において不利となるケースが多く、このため、わが国の国内貨物輸送は、依然、トラック輸送に過度に依存した状況となっている。

さらに、将来、モーダルシフトの促進は、ますます困難になることが予測されている。その理由として、わが国の企業が、付加価値の高い分野を国内に残しつつも、海外に生産拠点を移転する傾向が強まることで、国内の生産拠点から物流拠点への貨物が減少する可能性が高いことがあげられる。さらに、輸入貨物についても、海外の物流施設で、貨物を仕向け地ごとに仕分けし、国内の輸入拠点や消費地により近い地方港で陸揚げされてきており、鉄道・船舶による輸送の強みである中・長距離地域間輸送の需要は、ますます減少するものと推測される。

一方、わが国とアジア地域の経済活動の一体化が進展する中で、神戸港・大阪港をはじめとする瀬戸内諸港と韓国・中国とを結ぶ定期コンテナ船サービスに、瀬戸内海を航行しているサービスが数多くみられる。しかし、瀬戸内海では、1万総トン以上の船舶にパイロットの乗船が義務付けられる強制水先人区として設定される水域が連なっていることから、これら国際定期コンテナ船サービスでは、投入するコンテナ船を大型化し、輸送の効率化を図ることが困難な状況となっている。

2. 研究の目的

本研究では、こうしたモーダルシフト促進のための中・長距離地域間輸送需要の創出と、輸送の効率化のための投入コンテナ船の大型化を目指したシー&レール一貫輸送サービスを提案し(図-1)、その導入可能性を環境負荷の低減と経済合理性の観点から検討することを目的とする。具体的には、博多港・北九州港を国際海上輸送と国内陸上輸送との結節点とし、現在、瀬戸内海を航行する国際定期コンテナ船サービスで輸送されている輸出入コンテナ貨物を鉄道で集荷・配送するシー&レール一貫輸送サービスを導入する上での問題点を示唆する。

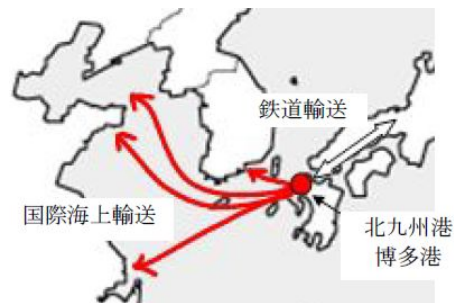


図-1 本研究で想定するシー&レール一貫輸送サービス

3. 研究の方法

まず、神戸港・大阪港に寄港する国際定期コンテナ船サービスの既存情報と船舶から発信されるAISデータをマッチングさせるシステムを構築し、瀬戸内海を航行する国際定期コンテナ船サービスの特定を行うとともに、神戸港・大阪港内における船舶の動静にみられる特性を把握する。次に、提案するシー&レール一貫輸送サービスへの転換が期待されるコンテナ貨物の貨物量を平成25年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査データから算出する。その一方で、文献調査および関連主体へのヒアリング調査を行い、関西地域と九州地域間における鉄道コンテナ輸送の状況を把握する。また、鉄道コンテナ輸送におけるオフレール部分の効率化を検討するために、デジタル式運行記録計による運行履歴データをもとに、百済貨物ターミナル駅に発着する鉄道コンテナ集配トラックの1日の運行特性を把握する。さらに、新聞記事および関係主体へのヒアリング調査を実施し、2018年の西日本豪雨によって顕在化した鉄道輸送の問題点を明らかにする。そして最後に、得られた知見より、提案するシー&レール一貫輸送サービスを導入する上での問題点を示唆する。

4. 研究成果

(1) AISデータを用いた神戸港・大阪港における国際定期コンテナ船の運行実態の把握

AIS(Automatic Identification System:船舶自動識別装置)によって送信される各船舶の航海情報(AISデータ)と、神戸港または大阪港に寄港する国際定期コンテナ船サービスの情報とをマッチングさせて、神戸港・大阪港に寄港する国際定期コンテナ船の特徴について分析した。その結果、まず、神戸港または大阪港で提供されている国際定期コンテナ船サービスについてみると、中国航路、東南アジア航路、韓国航路の割合が高く、これらで大半を占めていた。また、これらの約半数が、大阪港に寄港した後、神戸港に寄港しており、さらに大阪港と神戸港の両港に寄港する傾向は、韓国航路、中国航路において強くなっていた。そして、東南アジア航路では、比較的、大型な船舶が投入されているのに対し、韓国航路、中国航路では、10,000総トン未満の船舶の利用が大半を占め、その多くが明石海峡を經由して瀬戸内海を航行しているものであった(図-2)。次に、各船舶のバース着岸・離岸時刻についてみると、コンテナターミナルにおける作業体制や休憩時間帯、荷役禁止時間帯などが影響していることが推

測できた。また、大阪港において、6 時台に離岸の大きな集中がみられることから、次港の神戸港に入港するための時間調整を岸壁で行っていることがわかった。さらに、神戸港、大阪港ともに、岸壁が混雑している様子は、ほとんどみられなかった。



図 - 2 大阪湾全域における船舶の動静

(2) 瀬戸内海を航行して輸送されていると予測される大阪港取り扱いコンテナ貨物の特徴

神戸港または大阪港に寄港する国際定期コンテナ船の特徴から、瀬戸内海を航行して輸送されていると予測されるコンテナ貨物を、中国・韓国航路における連雲港より以北の港湾で取り扱われているものと仮定して、平成 25 年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査データから算出した。その結果、大阪港で取り扱われる外貿コンテナ貨物の内、対象となるコンテナ貨物個数は、輸出が 96,908TEU (全体の 23%)、輸入が 372,788TEU (全体の 24%) で、輸入が輸出の約 3.8 倍と著しい輸入超過の傾向となっている。また、利用されるコンテナの種類では、輸出入ともに ISO40ft コンテナの割合が最も多く、輸出で 53%、輸入で 49%となっている。さらに、これらの内、背高コンテナの割合は、それぞれ 58%、36%となっており、輸出において半数以上となっている。また、これに次ぐ 20ft コンテナの割合は、輸出で 42%、輸入で 35%となっている。

(3) 関西地域と九州地域間における鉄道コンテナ輸送実態の把握

文献調査および関連主体へのヒアリング調査を行い、関西地域と九州地域間における国内輸送の状況を把握した。その結果、まず、トラック輸送において、長距離ドライバー不足の問題や法令順守の徹底、さらには、九州地域発の貨物が関西地域発に比べて少ないために、帰り荷が確保しにくいなどの理由から、とりわけ、繁忙期に、貨物を輸送するためのトラックが調達できないケースが発生している。そして、鉄道コンテナ輸送においても、九州地域発の列車では空コンテナの輸送が多い傾向にあることがわかった。こうした状況から、鉄道または船舶での輸送を検討する荷主が増加している傾向がみられ、モーダルシフト促進の追い風となっているように思われる。しかし、鉄道コンテナ輸送の実態としては、トラック輸送と同様に、繁忙期に荷主の輸送依頼を断るケースが発生しており、トラック輸送の代替輸送手段となっていないことがわかる。その背景には、鉄道貨物輸送における線路容量が逼迫しているだけでなく、荷主の集荷・配送拠点と鉄道貨物駅とを結ぶ道路ネットワークが適切に整備されていないことなどから、オフレール部分の輸送を担う利用運送事業者の鉄道コンテナの集荷・配送が効率的に行えていないことがあるといえる。

一方、九州地域を結節点とした既存の国際シー＆レール貫輸送サービスでは、12ft の鉄道コンテナを利用した事例が大半であった。その理由として、関西地域と九州地域間において、トンネルの高さ制限により、ISO40ft 背高コンテナが輸送できない区間があることや、ISO40ft コンテナを取り扱える貨物駅が 24 駅しかなく、この内、最大 35 t までの重量を取り扱える駅は 5 駅のみとなっていることなどの問題があげられる。

また、福岡貨物ターミナル駅と北九州貨物ターミナル駅では、ISO40ft コンテナ (最大 24t まで) が取り扱えるが、大阪府内では 4 つある貨物駅の内、ISO40ft コンテナ (最大 24t まで) を取り扱えるのは、大阪貨物ターミナル駅のみとなっている。さらに JR 貨物時刻表 (平成 29 年 3 月ダイヤ改正) によると、「吹田貨物ターミナル駅、大阪貨物ターミナル駅、百済貨物ターミナル駅」と「福岡貨物ターミナル駅、北九州貨物ターミナル駅」間では、1 日あたり、上り・下りともに、JR12ft コンテナ換算で 260 個分の輸送容量が確保されているが、ISO40ft コンテナについては、上りの 4 個分しか確保されていない実態にあることがわかった。

(4) デジタル式運行記録計データを用いた鉄道コンテナ集配トラックの運行挙動の把握

鉄道コンテナ輸送におけるオフレール輸送部分の効率化を検討するために、デジタル式運行記録計による運行履歴データをもとに、百済貨物ターミナル駅に発着する鉄道コンテナ集配トラックの 1 日の運行特性を把握し、コンテナの配達地から集荷地へのコンテナラウンドユース輸送の運行形態の形成に寄与する要因を明らかにした。具体的には、コンテナラウンドユース輸送の運行形態となる三角型 (降り作業 積み作業) の形成を、降り作業が行われる第 1 ストップ (配達地) におけるホームに到着するか・到着しないかの選択と、積み作業が行われるストップ (第 2 ストップ) の選択の 2 段階からなる選択行動として捉えること

表 - 1 N L モデルの推定結果

		説明変数	パラメータ	t値
階層 1 ホームに到着する/しない 選択	到着する	降りストップ出発前ダミー	1.676	5.528**
		第 1 トリップ長	0.711	3.838**
	到着しない	コンテナ積載可能個数	0.394	2.081*
		積みストップのログサム	0.520	3.653**
		定数項	2.629	2.750**
		ρ^2 値	0.160	
	修正済み ρ^2 値	0.137		
		説明変数	パラメータ	t値
階層 2 積みストップ の選択		距離比	-9.742	-8.772**
		第 2 トリップ長	0.313	0.223
		ρ^2 値	0.386	
		修正済み ρ^2 値	0.381	

注) *: 5% 有意 (t>1.96) **: 1% 有意 (t>2.57)

で、ネスティッドロジック（NL）モデルを用いたコンテナラウンドユース輸送の運行形態形成モデルを構築した。その結果、表-1に示すように、コンテナラウンドユース輸送の運行形態の形成には、第1ストップがホームから遠く、且つ、コンテナ積載可能個数の多い車種であること、さらに、積み作業が行われるストップ（集荷地）の選択では、総走行距離がより短縮されるような積み作業が行われるストップ（集荷地）が選択される傾向が強いことがわかった。

(5)西日本豪雨によって顕在化した鉄道輸送の問題点

2018年7月の西日本豪雨によって顕在化した鉄道輸送の問題点を、新聞記事および関係主体へのヒアリング調査を実施して整理した。今回の豪雨によって、線路に大きな被害が生じた結果、通常運転を再開するまでに長時間を要することになったが、この間の代行輸送による輸送容量は、平時の約2割しか確保できていない。このことから、西日本地域における貨物輸送ネットワークでは、トラック、フェリー、内航船のいずれの輸送容量にも余裕がない状況にあることがわかった。また、JR貨物によって、山陰線等を利用した迂回運転が行われたが、JR貨物が山陰線の営業免許を持っていなかったことなどの種々の問題から、開始までに約2カ月を要した上に、代行輸送上積みできた輸送容量は1%のみであった。このことから、西日本地域における鉄道ネットワークの脆弱性が指摘される。

(6)提案するシー&レール貫輸送サービスを導入する上での問題点

得られた知見より、提案するシー&レール貫輸送サービスを導入する上での問題点として以下のことが示唆される。

提案するシー&レール貫輸送サービスの対象となる瀬戸内海を航行して輸送されている外資コンテナ貨物個数は、大阪港全体で取り扱われるコンテナ貨物個数の約23~24%程度が見込まれるとともに、輸入における貨物量が輸出を大きく上回っている状況であった。その一方で、国内貨物輸送においては、九州地域発の貨物量が少ない状況にあることから、これら輸入貨物と関西地域発の国内貨物との輸送のマッチングの可能性は高いといえる。しかし一方で、輸入貨物を輸送する国際定期コンテナ船サービスでは、大阪港と神戸港の両港に寄港しているものが大半であったことから、神戸港への影響にも十分に配慮する必要がある。

輸入貨物では、IS040ftコンテナがほぼ半数の割合で利用されており、その内の約4割が背高コンテナであった。これに対し、鉄道による国内コンテナ輸送は、12ftの鉄道コンテナの利用に適したシステムとして整備されており、ハード面（貨車、貨物駅、トンネル高さなど）においても、IS040ftコンテナの輸送には適応できていない。このため、現状では、12ftあるいは31ftの鉄道コンテナを利用せざるを得ない状況にあるといえるが、積み替え等が発生する場合、外資貨物におけるメリットがなくなることが懸念される。

「福岡貨物ターミナル駅と北九州貨物ターミナル駅」と「大阪府内4駅」との間で確保されている輸送容量は、上り・下りともにJR12ftコンテナ換算で260個分が確保されていたが、現状において、これ以上の輸送容量が確保できる程、線路容量に余裕があるとは言い難い。このため、提案するシー&レール貫輸送サービスによる貨物増加分の輸送容量を確保するための対策が必要になるといえる。さらに、西日本豪雨によって顕在化した西日本地域の鉄道ネットワークの脆弱性を改善し、鉄道コンテナ輸送における信頼性を高めることが必要である。

鉄道コンテナ輸送は、貨物駅においてトラック輸送と連携した複合一貫輸送サービスであることから、これらオフレール輸送部分の効率化が求められるが、その輸送実態は未だ明らかになっていない。このため、デジタル式運行記録計データなどを用いたトラック輸送の運行挙動の分析手法の開発を進める必要がある。

さらに、都市域内に立地する貨物駅が持つ機能や港湾との連携のあり方について検討する必要があると考える。例えば、シドニー大都市圏におけるシー&レール貫輸送は、ボタニー港におけるコンテナの内陸輸送の主な強化策として「内陸に設置したインターモーダルターミナルを運用した貨物鉄道輸送の促進」と「トラック利用の効率化」の2つの目標を掲げ、深刻化が懸念されている交通渋滞問題の解決を図ろうとしている。ここでは、貨物駅を、内陸の貨物集配拠点として位置づけて、インターモーダルターミナルを設置し、これらを貨物鉄道でリンクするといった方策が試みられている。また、ボタニー港の各コンテナターミナルでは、貨物列車の直接乗り入れを可能とするとともに、コンテナの積み降ろし作業を容易にするため、フェンス等の囲いをなくし、荷役機械や車両がそのまま侵入できるようにしている。さらに、旅客列車の合間を縫っての運行となる貨客共用路線では、貨物列車の運行が制限されることから、貨物鉄道専用線の延伸も計画されている。

(7)得られた成果の位置づけと今後の展望

わが国におけるシー&レール貫輸送サービスに関する研究事例は少ない状況にあるといえる。こうした中で、本研究は、AISデータ、デジタル運行記録計データといったビッグデータを用いることで、これまで限られた信頼性の低い情報からしか得られなかった国際海上輸送と国内鉄道輸送の実態を、より詳細に明らかにすることができた。また、関係者へのヒアリング調査を頻繁に実施したことで、より現実に近い問題点を示唆することができたと考えられる。こうしたことから、本研究で得られた知見は、鉄道輸送の促進を進めていく上で、今後、活用されることが期待される。

さらに、本研究の今後の展望としては、鉄道コンテナ輸送におけるオフレール輸送部分を担う鉄道コンテナ集配トラックの運行挙動モデルをさらに発展させて、これらトラックの1日の運行を予測・評価可能なシステムを構築することが考えられる。これにより、トラックの1日の運行を効率化するための方策として、コンテナラウンドユース輸送の促進要因やトラック車両の大型化、トラックを誘導すべき道路ネットワークの整備方法などを検討したい。さらに、鉄道ネットワークの脆弱性を評価するために、鉄道貨物輸送を輸送容量ネットワークとしてモデル化することが考えられる。これにより、列車のダイヤや車両編成、さらに、平時より整備しておくべき代替輸送経路などを検討したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

瀬山竣貴・秋田直也・小谷通泰, デジタル式運行記録計データを用いた鉄道コンテナ集配トラックの運行挙動の分析, 土木計画学研究・講演集, 査読無, Vol.58, 2018

秋田直也, AIS データを用いた国際定期コンテナ船サービスにおける神戸港・大阪港への寄港実態の分析, 土木計画学研究・講演集, 査読無, Vol.55, 2016, pp.2426-2433

秋田直也・小谷通泰・田中康仁・長坂悦敬, 運送事業者の事業環境からみたトラック運行データの企業経営への活用実態, 第33回日本物流学会全国大会研究報告集, 査読無, Vol.33, 2016, pp.97-100

秋田直也・別所由啓・田中康仁・小谷通泰・長坂悦敬, 車両運行データの企業経営への利用形態によるトラック運送事業者の類型化に関する研究, 土木計画学研究・講演集, 査読無, Vol.52, 2015, pp.1322-1330

藤本紘大・秋田直也・山口淳史, 港湾の利用特性分析におけるAISデータ活用法に関する一考察～阪神港を対象として～, 土木計画学研究・講演集, 査読無, Vol.50, 2014

〔学会発表〕(計5件)

瀬山竣貴, デジタル式運行記録計データを用いた鉄道コンテナ集配トラックの運行挙動の分析, 第58回土木計画学研究発表会, 2018

秋田直也, AIS データを用いた国際定期コンテナ船サービスにおける神戸港・大阪港への寄港実態の分析, 第55回土木計画学研究発表会, 2016

秋田直也, 運送事業者の事業環境からみたトラック運行データの企業経営への活用実態, 第33回日本物流学会全国大会, 2016

秋田直也, 車両運行データの企業経営への利用形態によるトラック運送事業者の類型化に関する研究, 第52回土木計画学研究発表会, 2015

藤本紘大, 港湾の利用特性分析におけるAISデータ活用法に関する一考察～阪神港を対象として～, 第50回土木計画学研究発表会, 2014

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名: 瀬山竣貴

ローマ字氏名: Shunki SEYAMA

研究協力者氏名: 藤本紘大

ローマ字氏名: Kodai FUJIMOTO

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。