

プローブデータ分析による国際海上コンテナ輸送トラックの運行課題の検討*

Issues on the Operation of Container Trailer Trucks based on Probe Data Analysis*

秋田直也**・小谷通泰***・陳曉峰****

By Naoya AKITA**・Michiyasu ODANI***・Xiaofen CHEN****

1. はじめに

国際海上コンテナ輸送トラック（以下、海コン車と呼ぶ）を対象としたプローブ調査では、運転日報データからの捕捉が困難であった回送トリップや正確な移動時間、作業時間、走行経路などに関する情報が取得できる。とりわけ、先の研究¹⁾では、港湾内における海コン車の運行実態の把握に、プローブ調査データが有用であることを示したが、さらに、各トリップに付加されている正確な時刻の情報を活用することで、時間経過に沿って海コン車の運行実態を把握することができると思われる。

そこで本研究では、海コン車を対象としたプローブ調査結果を用いて、港湾と後背地施設間における海コン車の運行実態を時間経過に沿って明らかにした上で、効率的な海コン車運行システムの構築に向けた課題を抽出することを目的とする。

2. 分析データの概要

(1) プローブ調査の概要

本調査は、協力事業者1社（神戸港埠頭地区内に4箇所、大阪港埠頭地区内に2箇所の駐車場をもつ）が保有する10台の海コン車を対象に、平成18年7月19日（水）から28日（金）までの日曜日を除く9日間について実施した。調査方法は、GPSを搭載した携帯電話を、海コン車運転席のダッシュボード上に設置し、電源操作のみ（1日の最初の作業で海コン車に乗車した際にON、1日の最後の作業が終了し海コン車を降車する際にOFF）をドライバーに対して依頼した。データの取得は自動的に行われ、10秒ごとに以下の情報が記録される。

- ・日付
- ・時刻
- ・緯度・経度
- ・観測精度
- ・測位モード
- ・長軸誤差(m)
- ・短軸誤差(m)
- ・長軸・短軸傾き(m)

*キーワード：プローブデータ、貨物車、運行実態分析

** 正 員、商船修、神戸大学大学院海事科学研究科

*** 正 員、工博、神戸大学大学院海事科学研究科

**** 学生員、神戸大学大学院自然科学研究科

(兵庫県神戸市東灘区深江南町5-1-1、

TEL078-431-6257、FAX078-431-6257)

また各トリップの属性情報については、ドライバーが1日の作業終了後に提出する運転日報から取得した。

調査対象とした10台の海コン車は、7台が神戸港に立地する事業所に（この内2台は主に神戸港内の集配送を担当する）、残りの3台が大阪港に立地する事業所にそれぞれ属している。なお本研究では、神戸港所属で通常運行する5台を「神戸港車」、主に神戸港内の集配送を担当する2台を「港内車両」、大阪港所属の3台を「大阪港車」と呼ぶこととする。

(2) 分析データの概要

本調査では、運休や携帯電話の電源入れ忘れ、データ取得エラー（主に携帯電話の充電切れによるもの）などにより欠損となった日はあるものの、延べ77台における729トリップのプローブデータが取得できた。この内、本研究では、港内車両と午前中のみ運行していた車両を除く延べ56台における475トリップから、後背地内に立地する海コン車の目的施設を延べ49施設抽出した。そして、これら49施設を起点または終点とする98トリップを分析データとした。

本研究の分析では、神戸港車（5台）については23施設に発着する46トリップを、大阪港車（3台）の分析については26施設に発着する52トリップを用いる。また、図-1は分析対象とした後背地施設の立地場所の構成割合を示したものである。滋賀県内が48%とほぼ半数を占めるとともに、兵庫県内22%、大阪府内18%の順に多くなっている。

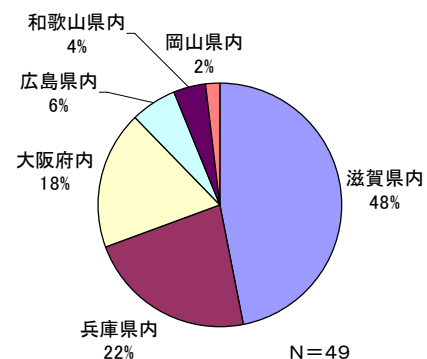


図-1 後背地施設の立地場所

3. 海コン車の運行実態における構成要素の把握

(1) 海コン車の運行実態における構成要素

図-2に、港湾と後背地施設間を往復するのに要する時間ごとの構成割合を示す。これより、540分から600分の間の往復時間をもつものが圧倒的に多くなっている様子が伺える。また、これら往復時間は、「往路における実輸送時間（休憩および待機時間を除いた時間）」「復路における実輸送時間」「後背地施設での滞在時間」「休憩・待機時間」の4つの時間から構成される。図-3は、往復時間を構成する各要素の平均的な割合を示したものである。「往路における実輸送時間」「復路における実輸送時間」「後背地施設内での滞在時間」の3要素で大半を構成するとともに、これら要素の割合はほぼ等しくなっているといえる。

(2) 後背地への実移動時間

次に図-4は、港湾から後背地内に立地する目的施設への実移動時間（休憩および待機時間を除いた時間）について、X軸に往路、Y軸に復路をとってプロットしたものである。また図中には、プロットした点から求められた回帰直線式を同時に示している。これより、往路に比べ復路の実移動時間の方が短い様子が伺える。これは、回帰直線式の係数からも明らかであり、平均すると約20%程度短くなっている。この背景には、往路と復路で高速自動車道の利用率が異なるトリップが多くみられることがあり、復路において高速自動車道の利用率が高まる傾向にある。これは往路については、次章で後述するが出発時刻を自由に選択できることから、高速道路料金を節約するために一般道を利用した経路が選択されているものと推測される。

また往路での実輸送時間が420分～480分内となる広島県西部地域では、2日間にわたる運行がなされていた。このことから、往路での実輸送時間が300分～420分の間に1日の運行で集配送が可能となる範囲の境界が存在すると推測される。なお本調査では、往路が284分、復路が275分となる施設（広島県三原市）が1日の運行で集配送される最大値であった。

(3) 後背地施設での滞在時間

通常、港湾から遠い距離にある後背地施設では、海コン車によって搬入されたコンテナに対し、輸入では貨物の取出し作業が、輸出では貨物の詰め込み作業が行われる。図-5は、こうした後背地施設内で貨物の詰め込みまたは取出し作業時間（海コン車の待機・休憩時間も含む）の構成割合を示したものである。これより、後背地施設での滞在時間はばらつきが大きいものの、「60分以上120分未満」の割合が多くなっていることがわかり、

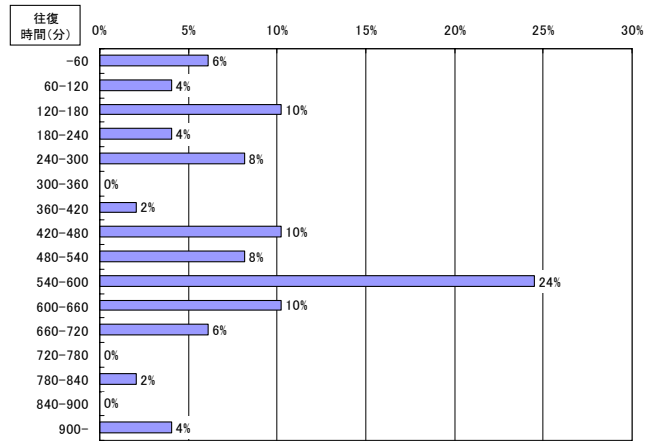


図-2 往復時間ごとの構成割合

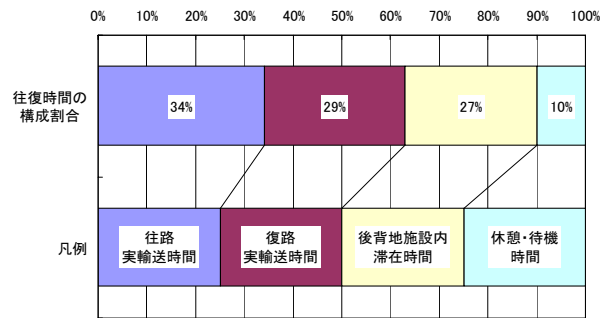


図-3 往復時間における構成要素の割合

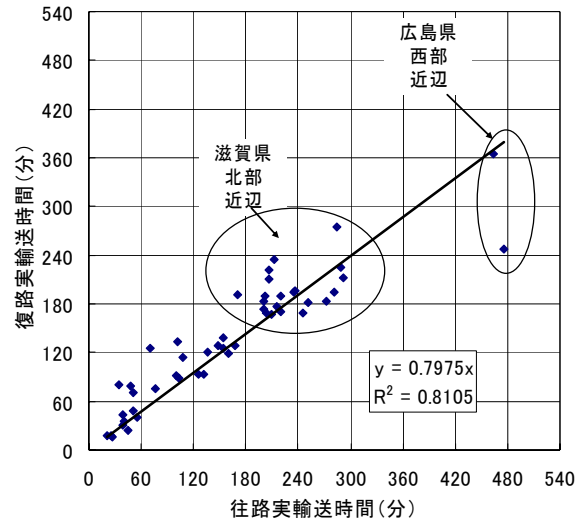


図-4 往路・復路別にみた実輸送時間の比較

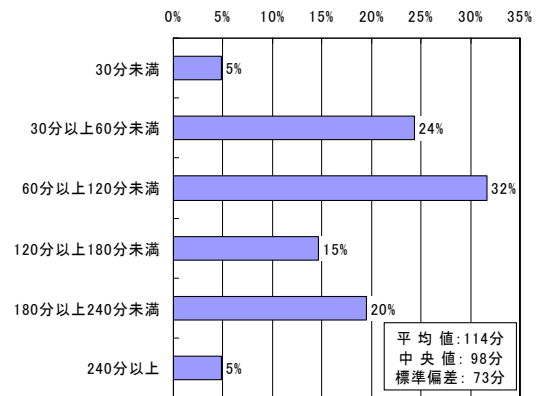


図-5 後背地施設内での作業時間の構成割合

平均滞在時間は114分となった。

一方、港湾から近距離に立地する後背地施設では、シャーシーを切り離してコンテナを搬入する場合や、貨物詰めや貨物の取出し作業が事前に行われたコンテナを積載したシャーシーを連結して搬出する場合がみられた。こうした作業の平均時間は9.6分と非常に短いものであった。

4. 海コン車の運行実態にみられる特徴

(1) 後背地施設への出発時刻

図-6は、後背地施設への出発時刻と、港湾と後背地施設間を往復するのに要する時間との関係を示したものである。これより、往復所要時間が近い施設への出発時刻は、ほぼ同一の時刻に集中して分布している様子が伺え、4時台～5時台に大きな出発のピークがみられる。また、往復所要時間が長くなるにつれ出発時刻が早くなり、反対に往復時間が短くなるにつれ出発時刻が遅くなる傾向がみられる。こうしたことから、海コン車の運行では、後背地施設への到着時刻を、自由に設定可能な出発時刻で調整している様子が読み取れる。

なお、11時台と13時台において往復所要時間が1,620分を超える2施設がみられるが、これは2日間にわたって集配送されるケースを示している。また、港湾内における海コン車の発地は、早朝の時刻が大半を占めることから、約9割がトラック事業所の駐車場（次節後述の宵積み輸送）となっている。

こうした背景には、輸出入に関わらず後背地施設におけるコンテナの搬入時刻として、後背地施設の始業時刻付近が多く指定される傾向にあることが指摘できる。本調査においても、指定時刻をもつトリップのおよそ6割が8時台の指定をもつことが確認され、こうした傾向を裏付けている。

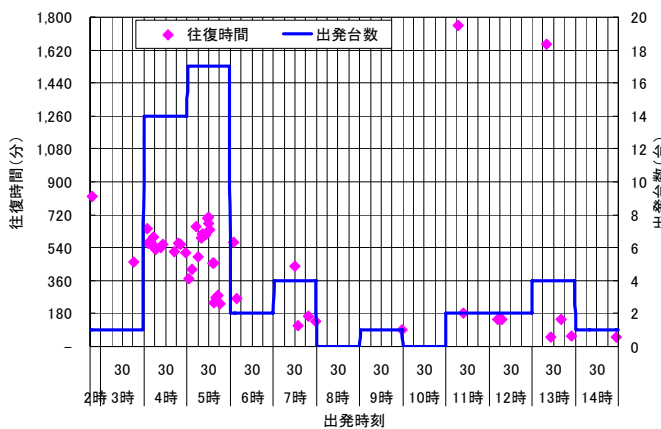


図-6 出発時刻ごとにみた往復時間の分布状況

(2) 宵積み輸送の実態

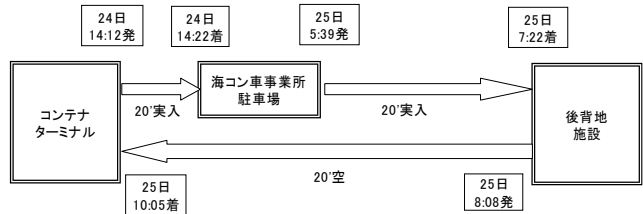
早朝に港湾から出発する必要のあるコンテナは、始

業前のコンテナターミナルや港湾内の施設から直接出発することができない。このためトラック事業所では、港湾内に自らの駐車場を設置し、「宵積み」輸送を行っている。ここで「宵積み」輸送とは、港湾内の各施設やコンテナターミナルが活動している時間帯に当該コンテナを駐車場内に搬入し、一時蔵置きすることで、通常、宵積み輸送されるコンテナはシャーシーに積載されたままで一時蔵置きされる。これにより、後背地施設への出発時刻を、海コン車が自由に設定することが可能となる。

図-7は、本調査で得られた宵積み輸送の実例を示したものである。これより、港湾内に立地する施設あるいはコンテナターミナルからトラック事業者の設置する駐車場へ当該コンテナが搬入され、翌日の早朝に搬出されている様子が伺える。

このため、輸出入に関わらず後背地施設へ直接輸送されるコンテナの大半は、宵積み輸送が介在することから、2日間のリードタイムをもっているといえる。

実例1: コンテナターミナルから宵積み輸送される場合



実例2: 港湾内の施設から宵積み輸送される場合

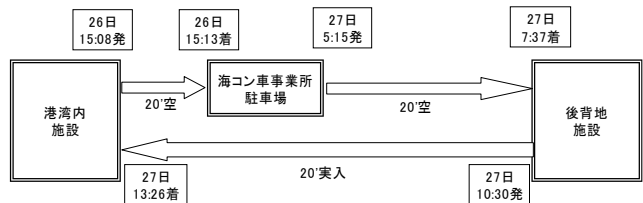


図-7 「宵積み」輸送の実例

(3) 海コン車の運行パターン

図-8は、「神戸港車」と「大阪港車」における1日の運行状況を示したものである。図では、各時間帯の30分時点における海コン車の位置が後背地内にある場合を「稼働中（後背地内）」、港湾内にある場合を「稼働中（港湾内）」と分類するとともに、運行開始前または運行終了後の状態を「休止中」としている。これより、午前中では「稼働中（後背地）」の割合が高く、特に早朝の時間帯になるほど顕著となっていることがわかる。また13時台以降から、「稼働中（港湾内）」の割合が「稼働中（後背地）」の割合を上回り、遅い時間帯になるほど大きくなる傾向が伺える。このことから、海コン車の運行パターンとして、午前の時間帯には後背地施設への集配送が、午後の時間帯には港湾内施設への集配送が、集中的に行われていることが推測できる。

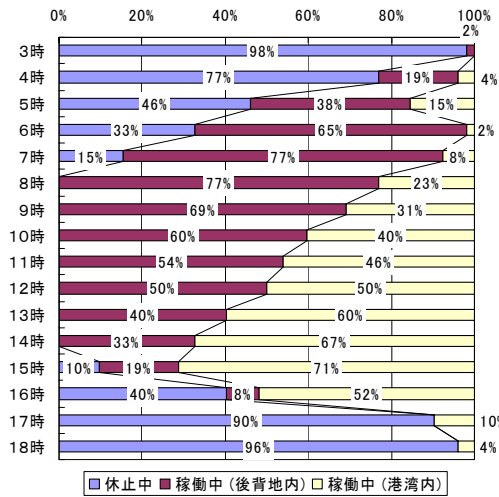


図-8 時間帯別にみた海コン車の稼働場所の割合

5. 海コン車の運行実態にみられる課題と改善策の提案

輸出入に関わらず港湾から後背地施設へのコンテナ輸送の大半には、宵積み輸送が介在している。こうした宵積み輸送が介在する限りにおいては、コンテナターミナル内でリードタイムの短縮が図られたとしても、その効果が駐車場での一時的置き時間に吸収されてしまう恐れがあるといえる。

そこで、こうした問題を解決するための一つの方法として、先行研究で提案する内陸部デポ²⁾を活用した海コン車のオペレーションが考えられる。本オペレーションは、図-9に示すとおり港湾と内陸部デポ間の輸送を担当する海コン車（Aグループ）と内陸部デポと後背地施設間の輸送を担当する海コン車（Bグループ）の2つのグループから構成される。Aグループの海コン車は、コンテナターミナルまたは港湾施設から輸入コンテナを①搬出し内陸部デポまで輸送してオン・シャーシーの状態にて②切離す。そして、Bグループの海コン車が搬入したオン・シャーシー状態の輸出コンテナを③連結し、再び港湾へ④搬入するといった運行を行う。一方、Bグループの海コン車は、内陸部デポに蔵置されている空コンテナを①連結して後背地施設にて②搬入し貨物を詰め込んだ後、③搬出して内陸部デポまで輸送しオン・シャーシーの状態にて④切離す。そして、Aグループの海コン車が搬入したオン・シャーシーの状態の輸入コンテナを⑤連結して、後背地施設にて⑥搬入する。さらに貨物が取出された後の空コンテナを⑦搬出し、再び内陸部デポでオン・シャーシー状態にて⑧切離すといった運行を行う。

本調査において後背地施設の立地が多くみられた滋賀県（復路の所要時間180分を採用）を対象に、本オペレーションが時間の観点から成立するかを検証する。なお、内陸部デポは、港湾から120分、後背地施設から60分の位置に設置するものとした。また実輸送時間や施設滞在時間などは、先に3. で求められた値を用いた。表

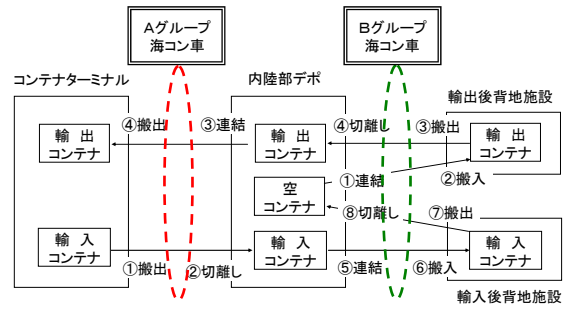


図-9 提案する海コン車運行オペレーション

表-1 本オペレーションの実行可能性の検討

	Aグループ	Bグループ
7時		7:00 活動開始 ①空コンテナ連結(10分) 7:10 内陸部デポ出発(60分)
8時		8:10 輸出施設到着 ②空コンテナ搬入 コンテナ詰め作業(120分)
9時	9:00 コンテナターミナル到着 9:30 コンテナターミナル出発(120分) ①輸出コンテナ搬出	
10時		10:10 輸出施設出発(60分) ③輸出コンテナ搬出
11時	11:30 内陸部デポ到着 ②輸入コンテナ切離し(10分) ③輸出コンテナ連結(10分) 11:50 内陸部デポ出発(120分)	11:10 内陸部デポ到着 待機(20分) ④輸出コンテナ切離し(10分) ⑤輸入コンテナ連結(10分) 11:50 内陸部デポ出発(60分)
12時	休憩(60分)	休憩(60分)
13時		
14時		14:00 輸入施設到着 ⑥輸入コンテナ搬入 貨物取出し作業(120分)
15時	15:00 港湾到着 ④輸出コンテナ搬入 以降港湾内作業	
16時		16:00 輸入施設出発(60分) ⑦空コンテナ搬出
17時		17:00 内陸部デポ到着 ⑧空コンテナ切離し

1に検討結果を示す。Bグループの海コン車において拘束時間が10時間となるが、宵積み輸送を介在せずに、本オペレーションが実行可能であることがわかる。

本オペレーションを導入することにより、港湾内での宵積み輸送ならびに空コンテナ輸送の削減効果が見込まれる。その一方で、本オペレーションを実施するにあたっての課題としては、①内陸部デポの設置位置の決定方法の開発ならびに内陸部デポにもたせる機能の整理が必要である。②後背地施設において、輸入コンテナの搬入が午後の時間帯になることに対してコンセンサスを得る必要がある。③輸出コンテナと輸入コンテナをマッチングするシステムの構築が前提となる。④複数のトラック事業者による共同運行が必要となる等があげられる。

6. おわりに

今後は、海コン車の運行挙動のシミュレーションシステムを開発した上で、本研究で提案した海コン車のオペレーションの導入効果を実証データを用いて定量的に検証していきたい。

参考文献

- 1) 陳・秋田・小谷：「プローブデータを用いたトラック運行実態分析の有効性に関する検討」, 土木学会土木計画学研究・講演集, vol. 35,
- 2) 秋田・小谷：「空コンテナ輸送の効率化を目指した内陸部デポの設置効果の分析」, 土木学会土木計画学研究・講演集, vol. 29, 2004