

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1064

March 2019

我が国の北米西岸コンテナ輸出における経路選択の分析  
～直航・海外フィーダー経路の選択水準の差～

森山弘将・赤倉康寛

Analysis on Port Selection for Container Export to West Coast of North America  
—Difference between the direct route and the overseas feeder route selection level—

Hiromasa MORIYAMA, Yasuhiro AKAKURA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan



# 我が国の北米西岸コンテナ輸出における経路選択の分析 ～直航・海外フィーダー経路の選択水準の差～

森山弘将\*・赤倉康寛\*\*

## 要 旨

我が国発着のコンテナ貨物の輸送経路を推計し、国際コンテナ戦略港湾政策等の政策効果の分析・評価を行うため、コンテナ輸送における港湾・経路選択モデルの予測精度の向上が求められている。既往モデルでは、輸送時間と運賃が主要なモデルの説明変数であるが、運賃の網羅的な把握は困難な状況にある。

そこで、本研究は港湾・経路選択モデルの精度向上を最終的な目的として、本資料においては輸送時間の算定において全ての航路サービス状況を踏まえるように精緻化し、結果としての港湾・経路選択状況から、逆に、直航経路と海外フィーダー経路の輸送時間に対する選択水準の差を推計したものである。

その結果、西日本の直航経路と海外フィーダー経路の選択水準差について、平成20年の時点では全体的に遅い海外フィーダー経路の選択確率が相対的に高くなっていたのに対し、平成25年時点では、瀬戸内及び九州地区において、遅い直航経路の選択確率が相対的に高くなっていたことが判った。この結果は、国際コンテナ戦略港湾政策における国際フィーダー網の充実等が一定の影響を与えているものと推察した。

**キーワード**：国際海上コンテナ貨物，ロジットモデル，選択水準，北米航路

---

\*港湾研究部 港湾システム研究室 交流研究員（中電技術コンサルタント株式会社）

\*\*港湾研究部 港湾システム研究室 室長

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail：ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

## **Analysis on Port Selection for Container Export to West Coast of North America - Difference between the direct route and the overseas feeder route selection level -**

**Hiromasa MORIYAMA\***  
**Yasuhiro AKAKURA\*\***

### **Synopsis**

In order to estimate the transport routes of container cargos to and from Japan and analyze and evaluate the effectiveness of government port policy, improvement of the prediction accuracy of the port selection model for container transportation is required. In the past model, although transportation time and freight are the main explanatory variables of the model, it is difficult to comprehensively grasp the freight.

Therefore, in order to improve the accuracy of the port selection model, the aim of this research is to estimate the difference between the direct route and the overseas feeder route selection level from the results of estimation for the port selection model using the elaborated transportation time.

As a result, in the selection level of the direct route and the overseas feeder route of West Japan, it was found that the selection ratio of the direct route which is generally slower became relatively higher in the Setouchi and Kyushu areas as of 2013, whereas the selection ratio of the overseas feeder route which is generally slower became relatively higher in all areas as of 2008. Based on these results, it is conjectured that enhancement of the international feeder network in the government port policy has a certain effect on the selection level.

**Key Words:** international marine container cargo, logit model, selection level, North American route

---

\* Visiting Researcher of Port Systems Division, Port and Harbor Department  
(Chuden Engineering Consultants Co., Ltd.)  
\*\* Head of Port Systems Division, Port and Harbor Department  
National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism  
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan  
Phone: +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

## 目 次

1. はじめに	1
2. 既往の研究	2
3. 構築モデルの概要	4
3.1 ロジットモデルの概要	4
3.2 モデルの構造	4
3.3 経路別選択水準の差の導出	5
4. 分析に用いたデータ・設定の概要	6
4.1 全国輸出入コンテナ貨物流動調査の概要	6
4.2 輸送ルート・発着地の設定	6
4.3 サービス水準の設定	7
5. 輸送日数と貨物量の関係性分析	10
5.1 地域特性の分析	10
5.2 輸送日数と貨物量の関係性分析	10
6. モデルの推定結果	14
6.1 モデルの検討結果	14
6.2 選択水準の差の変化にかかる考察	17
7. おわりに	18
謝辞	19
参考文献	19
付録A	20
付録B	21



### 1. はじめに

近年のアジア経済の発展を背景とした世界の海上荷動量の急増や、東アジア主要港における国家をあげての港湾整備、コンテナ船の大型化の進展、船社によるアライアンスの再編など、我が国の海運・港湾を取り巻く状況は大きく変化する中でトランシップ率（日本を発着するコンテナ貨物のうち東アジア主要港で積替えられる貨物が占める割合）は増大しており、我が国への基幹航路の寄港状況は、欧州航路が京浜港で週2便、阪神港では週1便にまで減少するとともに、北米航路も著しく減少してきた（図-1）。

このような状況に対応するため、国土交通省では平成21年より我が国の産業の国際競争力強化のため、欧米基幹航路の維持・拡大を主目的とした国際コンテナ戦略港湾政策を展開してきた。実現方策として、①広域からの貨物集約、②荷主サービスの向上、③大型船への対応、④「民」の視点の経営、⑤ターミナルコストの低減などの取り組みを集中的に実施してきている。しかしながら、依然として我が国の海運・港湾を取り巻く状況は厳しく、コンテナ船の超大型化や船社間アライアンスの再編による寄港地の絞り込みも激しさを増しており、今後とも国際コンテナ戦略港湾政策の深化・加速を更に図っていく必要がある。

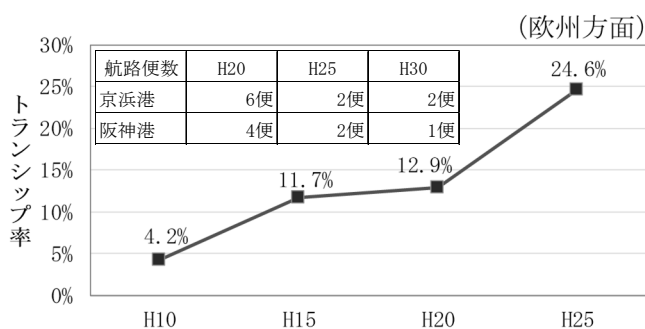
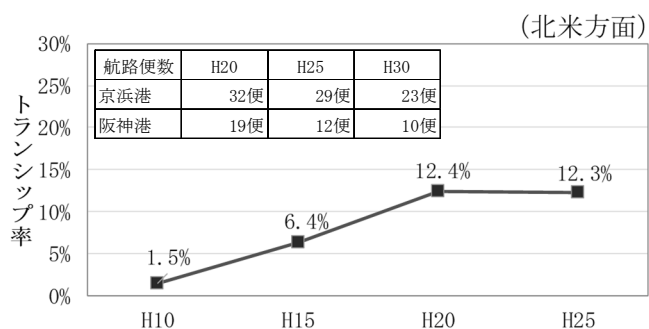
こうした海上コンテナ輸送市場の変化の中において、我が国が的確な港湾政策を実施していくためには、当該政策の実施が、日本発着コンテナ貨物の輸送経路にどのような影響を与えるかについて分析・評価を行う港湾・経路選択モデルが不可欠であり、より精緻な政策分析のため、その予測精度の向上を図ることが重要となっている。

そこで本研究では、我が国発着のコンテナ貨物の輸送経路を推計し、政策効果の分析・評価をより精緻に行う

ための港湾・経路選択モデルの精度向上を最終的な目的として、本資料においては、基幹航路の一つである北米輸出を対象に、荷主の経路選択要因の一つである運賃の網羅的な把握や輸送品質の定量的な評価が困難であることを踏まえ、輸送時間の算定において全ての航路サービス状況を踏まえるように精緻化し、結果としての港湾・経路選択状況から、逆に、直航経路と海外フィーダー経路の輸送時間に対する選択水準の差を推計したものである。

以降、2章において、荷主の港湾選択行動（港湾・経路選択モデル）にかかる既往研究について説明する。次に3章において、今回構築するモデルの概要及び直航経路と海外フィーダー経路の選択水準差の導出方法について説明する。続く4章ではモデルに適用する、輸送ルート毎の実績貨物に用いた「全国輸出入コンテナ貨物流動調査」（あるいは「コンテナ流調」）の概要、輸送ルート・発着地の設定、サービス水準の設定に用いたデータの概要について説明する。5章では、経路別選択水準差の理解を容易にするため、輸送日数と貨物量の関係性について分析した結果を述べる。6章では、構築モデルによるパラメータ推計結果や輸送経路別の貨物割合の再現性、また経路別選択水準差の経年変化の理由について分析した結果を説明する。

ここで、経路に関わる用語の定義をする。「直航」とは、我が国の最初船積港と相手地域港との間で積替え無しで輸送されることを示す。「海外フィーダー」（あるいは「海外F」）とは我が国の最初船積港と相手地域港との間において、我が国以外の港湾で積替えて輸送されることを示す。「国際フィーダー」（あるいは「国際F」）とは、我が国の最初船積港と相手地域港との間において、我が国港湾で積替えて輸送されることを示す。また、「トランシップ」とは、貨物の積替えを示す。



※平成30年の航路便数は「国際コンテナ戦略港湾政策推進委員会（第9回）資料3 P10（平成30年8月）」よりカウント  
資料：全国輸出入コンテナ貨物流動調査結果

図-1 基幹航路別の週あたり便数及び国内発着貨物のトランシップ率の動向

## 2. 既往の研究

荷主の港湾選択行動に関する既往研究としては、その代表的な手法として、犠牲量モデルやロジットモデルにより荷主の港湾選択行動を再現したものが挙げられる。

運賃と輸送時間×時間価値の和で示される総犠牲量が最小のルートが選択されると仮定した犠牲量モデルを用いた研究が見られる。

渡部ら<sup>1)</sup>は、コンテナ流調を用いて、品目ごとあるいは貨物ごとに異なると考えられる輸送時間に対する評価の違いを導入可能な犠牲量モデルを構築した。また、井山ら<sup>2)</sup>は、国内外のフィーダー輸送を含む詳細な輸送ルートの分析を可能とし、アジア地域については近年の経済発展が著しいASEAN 全域を含む地域との貨物流動の分析を可能とする犠牲量モデルを構築した。さらに、佐々木ら<sup>3)</sup>は平成 25 年度コンテナ流調を用いて、新パナマ運河の供用開始や船舶の大型化、国内における輸送の効率化などにも対応可能な経路選択モデルを構築した。しかし、これら犠牲量モデルは運賃と輸送時間によって一律に経路が推計されるため、考慮していない要因による誤差を考慮できない。

次に、様々な説明変数を使用可能であり、誤差を確率的に表現できるロジットモデルを用いた研究も数多い。

木俣ら<sup>4)</sup>は 3 時点の全国輸出入コンテナ貨物流動調査のデータを用いて日本-東南アジア航路を対象に経路選択のロジットモデルを構築し、推定結果から荷主は時間的・金銭的国内輸送コストを重視していることや、海上輸送時間と寄港頻度に対する荷主の選好はトレードオフの関係にあり航路体系の変化が選好の変化に影響を及ぼしている可能性があることを明らかとした。また、石原ら<sup>5)</sup>は、平成 20 年のコンテナ流調データを用いて東アジア主要港貨物を対象に、陸上輸送距離、寄港頻度、県内港湾利用ダミー変数等を説明変数として近畿・中国・四国・九州の地方別に国内港選択のロジットモデルを構築し、さらに寄港頻度を変動させた感度分析を行った。また茅野ら<sup>6)</sup>は配船スケジュールを考慮した平均待ち時間と海上輸送時間を主要な説明変数として東北・中国・四国地方別に集計ロジットモデルを構築し推定結果から荷主は輸出において平均的な輸送時間を重視することなどを明らかとし、また、平均待ち時間と海上輸送日数とを合わせて海上総輸送時間として考慮していることなどを明らかとした。また、花岡ら<sup>7)</sup>はヒアリング調査に基づき、荷主の港湾選択要因を港湾特性、貨物特性、荷主特性の 3 つの特性に分類し、業種別の貨物流動に着目した統計データの分析を行い、運賃を表す地方港ダミー、輸

送時間を示す貨物単価×陸上輸送距離、月間輸送頻度といった説明変数を用いて非集計ロジットモデルによる業種別比較分析を行った。秋田ら<sup>8)</sup>は荷主企業へアンケート調査を実施し荷主が港湾を選択する際に重視している項目をコレスポネンス分析により定性的に評価するとともに、非集計ロジットモデルを用いた国内港湾選択モデルを構築した。岡本<sup>9)</sup>は東北・北陸とアジア間発着貨物を分析対象に陸上運賃、貨物輸送の時間費用、海上運賃、寄港頻度といった説明変数を用いた非集計ロジットモデルを構築している。ロジットモデルは、現実の経路選択状況を様々な説明変数によって表現可能であるが、一方で、現実的には選択されないような経路においても、選択確率が算定されてしまうとの問題点もある。

ここで、ロジットモデルを用いた既往研究<sup>4)~9)</sup>における荷主の経路選択要因となるサービス水準（説明変数）の項目・設定方法・推定結果の概要を表-1 に示す。

いずれの研究においても、荷主の経路選択要因には、陸上運賃、陸上輸送時間、海上運賃、海上輸送時間、寄港頻度といった要因が用いられている。ここで、一般に、荷主は経路選択において Q:Quality（輸送の品質）、C: Cost（運賃）及び D: Delivery（輸送時間）を重要としていると言われている。このうち輸送の品質については、例えばコンテナの積替え等における荷傷みや温度管理ミスの可能性の他、遅延があるかないかの定時性や急遽の輸送が必要になった場合の融通性等を指しており、定量的な評価が難しいのが現状である。

また、運賃については、日本貿易振興機構の報告書を用いている例<sup>4)</sup>や、Drewry Shipping Consultants が発行する Container Freight Rate Insight を使用している例<sup>6)</sup>、また港湾利用事業者へのヒアリングによる実勢データを地域限定的に用いている例<sup>9)</sup>が見られた。これらの資料は、いずれも主要 2 港間での運賃を整理したものであり、主要でない港湾間の運賃や主要でない港湾間における直航と海外フィーダー等の輸送経路による差は判別できない。また、文献<sup>7)</sup>のように実勢運賃の設定が困難であることからダミー変数を用いる研究や、データの有意性や信頼性が低く最終的にはモデルに運賃を採用しなかった例<sup>4)</sup>もあるなど、運賃の設定には一定の困難が見られ、経路別も含めた運賃の網羅的な把握は行っていないのが現状と考えられる。



表-1 既往の研究における構築モデル及び推定結果の概要

既往研究	目的	使用データ	モデル対象地域	分類	説明変数	設定方法・推定結果の概要
木俣ら <sup>4)</sup>	日本荷主の海上輸送ニーズ把握と経路選択モデル構築(集計ロジックモデル)	コンテナ流調(H15, H20, H25)	日本-東南アジア航路(輸出)	輸送時間	国内輸送時間	・総合交通分析システムNITASから算定 ・最もt値が高く荷主の効用に大きな影響
				輸送時間	海上輸送時間	・国際輸送ハンドブックの航路データから設定 ・符号条件はよいがt値が悪く説明力弱い
				—	寄港頻度逆数	・国際輸送ハンドブックから寄港頻度を設定 ・t値は輸送時間に次いで高いが3時点において荷主のニーズは低下
石原ら <sup>5)</sup>	近海コンテナ輸送の特性解明のため荷主の港湾選択構造分析(ロジックモデル)	コンテナ流調(H20)	西日本(近畿, 中国, 四国, 九州)-東アジア主要港(輸出入)	輸送時間	陸上輸送距離	・ナビタイム(県庁所在地と港湾間)から設定 ・最もt値が高く荷主の効用に大きな影響
				輸送時間	寄港頻度	・国際輸送ハンドブックから設定 ・t値, 相関係数ともに良好
				—	県内港湾利用ダミー	・各都道府県内港湾を利用している輸送経路を1, その他は0として設定 ・t値, 相関係数ともに良好
茅野ら <sup>6)</sup>	荷主の港湾選択行動分析(集計ロジックモデル)	コンテナ流調(H20)	東北・中国・四国-北米・欧州航路(輸出入)	運賃輸送時間	陸上輸送距離	・陸上輸送の費用と時間は距離に依存するとしてコンテナ流調データから設定 ・符号条件は概ね良好, t値は説明変数の中では低い傾向
				輸送時間	海上輸送日数(最短, 調和平均, 相加平均, 最長)トランシップ日数	・国際輸送ハンドブック, ShippingGazetteから設定 ・荷主は輸出において平均的な輸送時間を重視 ・荷主は輸入において最も輸送時間がかかるケースを想定 ・積替え時間は輸出の場合に考慮され, 輸入では考慮されない
				輸送時間	配船スケジュール(平均待ち時間)	・国内各港航路スケジュールから設定 ・荷主は海上輸送日数と平均待ち時間を合わせて総輸送時間として考慮
				運賃	海上輸送運賃	・Drewry (container freight rate insight) から各国の主要な港湾間運賃を利用 ・輸出において地方別では有意な結果とならなかったが, 三地方全体では符号条件, t値ともに有意な結果が得られた
花岡ら <sup>7)</sup>	業種別の荷主の港湾選択行動モデルの構築(非集計ロジックモデル)	コンテナ流調(H10) 純流動調査	日本-東南アジア向け航路(輸出)	運賃	地方港ダミー	・実勢海上運賃は設定が非常に困難であるため5大港とそうでない地方港湾との差として地方港ダミーを設定 ・符号条件が不整合(寄港頻度との多重共線性)
				輸送時間	貨物単価×陸上輸送距離	・純流動調査報告書から貨物単価を推定し陸上距離を乗じて設定(単位: 円・km/ton) ・符号条件, t値は有意
				輸送時間	月間寄港頻度	・国際輸送ハンドブックから設定 ・符号条件, t値は有意
秋田ら <sup>8)</sup>	アンケート調査を元にした荷主の国内港湾選択モデルの構築(非集計ロジックモデル)	荷主企業アンケートデータ	事業所所在地-国内港湾(輸出入)	輸送時間	港湾までの距離	・アンケート結果から設定 ・輸出入ともに荷主の選択要因に寄与 ・荷主は距離の近い港湾を選択する傾向にある
				—	神戸港・大阪港・地方港の定数項	・定数項は神戸港、大阪港、地方港の順に大きい(この順で荷主の効用に寄与)
				—	貿易相手国	・アンケート結果から設定 ・貿易相手国が北米または欧州の国の場合に, 神戸港の選択効用が高まる
				—	貨物のロットサイズ	・アンケート結果から設定 ・ロットサイズが小さいLCL貨物の場合に, 神戸港の選択効用が高まる
岡本 <sup>9)</sup>	荷主の港湾選択モデル構築(非集計ロジックモデル)	コンテナ流調(H5)	東北・北陸各県(新潟港)-アジア向け貨物(輸出入)	運賃	陸上運賃	・ヒアリング等により割引率を考慮したトラック輸送運賃から設定 ・符号条件, t値ともに有意
				輸送時間	時間費用	・品目別貿易額を考慮した貨物輸送時間費用を設定 ・輸送時間は, 国際輸送ハンドブックを用いて我が国に寄港する全航路について, 寄港日, 頻度, 所要日数等のデータを作成 ・符号条件, t値ともに有意
				運賃	海上運賃	・ヒアリングから設定 ・海上運賃(検査費用等を含む)と貨物時間費用(海上部分)との和 ・符号条件, t値ともに有意
				運賃	合計運賃	・陸上運賃と海上運賃の和から設定 ・符号条件, t値ともに有意
				輸送時間	週間寄港頻度	・新潟港等の寄港便数から設定 ・符号条件, t値ともに有意

### 3. 構築モデルの概要

#### 3.1 ロジットモデルの概要

本研究では、1章で述べたように発着地別の港湾・経路選択モデルとして、次のモデルの特徴を踏まえ、確率的選択モデルである集計ロジットモデルを構築することとした。

①ロジットモデルは、選択肢の効用を用いて選択確率を表現することができるため、比較的高精度で現況を再現することが可能

②非集計ロジットモデルや計算が複雑なモデルでは計算量が膨大となるが、ロジットモデルは実務への適用が比較的容易

一般的にロジットモデルは、発着地ペア  $z$  の輸送経路の選択肢集合  $J_z$  の中から選択肢  $i$  を選ぶ荷主の経路選択確率  $P_{iz}$  はランダム効用理論に基づき式(1)、荷主の効用関数の確定項  $V_i$  は式(2)のように定式化<sup>10)11)</sup>される。

$$P_{iz} = \exp(V_i) / \sum_{j \in J_z} \exp(V_j) \quad (1)$$

$$V_i = \alpha X_i + \beta Y_i + \dots \quad (2)$$

ここに、 $\alpha, \beta, \dots$  : パラメータ  
 $X_i, Y_i, \dots$  : 説明変数

#### 3.2 モデルの構造

本節では、本研究における効用関数の説明変数となる候補を選定する。

前述のとおり、荷主は、運賃（輸送費用）、輸送時間、輸送品質を総合評価して経路を選択すると考えられるが、「運賃の網羅的把握が困難である」、「輸送品質である荷傷みの可能性や定時性・融通性は考慮することが難しい」という問題点に鑑み、本資料では輸送時間を中心にモデル構築を試行することとした。

具体的には、輸送時間は選択肢共通変数として、国内輸送日数、港湾諸時間、船舶待ち時間（寄港頻度の逆数）、海上輸送日数、総輸送日数、寄港頻度を経路選択要因として考えることとする。

ここで、効用関数  $V_i$  の説明変数の選択肢共通変数の候補としては、多重共線性の問題から、相関が高い説明変数の組合せは避ける必要がある。

モデルを適用した発着地や説明変数の設定方法に関する説明は次章で詳述するが、一例として発着地を九州地域、着地をロサンゼルス港・ロングビーチ港として設定した説明変数間の相関係数を表-2に示す。これによると、総

輸送日数と海上輸送日数、寄港頻度の逆数と寄港頻度は極めて高い相関（相関係数0.7以上）を有している。前者は、総輸送日数に占める海上輸送日数の割合がかなり高いため自明の結果である。その他の変数同士はほとんど相関が無い結果となった。

表-2 九州地域データの説明変数間の相関係数

相関係数	総輸送日数	国内輸送日数	港湾諸時間	船舶待ち時間	海上輸送日数	寄港頻度の逆数	寄港頻度
総輸送日数(日)	1.000						
国内輸送日数(日)	-0.252	1.000					
港湾諸時間(日)	-0.159	0.497	1.000				
船舶待ち時間(日)	0.317	-0.105	0.543	1.000			
海上輸送日数(日)	<b>0.936</b>	-0.144	-0.160	0.041	1.000		
寄港頻度の逆数	-0.360	-0.097	-0.711	-0.887	-0.170	1.000	
寄港頻度	-0.261	-0.184	-0.677	-0.661	-0.161	<b>0.835</b>	1.000

ここで、相関係数が高くない説明変数同士の組合せをモデルに導入することが可能であるが、一例として広島県の生活圏から発生する貨物を対象にモデル構築を試みた結果、これら選択肢共通変数2変数以上を組み入れた構造では符号条件の不整合やt値が小さいなどの結果となり良好なモデルを得られなかった(表-3)。

表-3 パラメータ推定結果（広島県貨物）

ケース	説明変数	パラメータ	符号条件	t値	尤度比
①	国内輸送日数(日)	4.771	×	67.94 ***	0.61
	海上輸送日数(日)	-1.704	○	-70.53 ***	
	港湾諸時間(日)	-1.694	○	-75.1 ***	
②	国内輸送日数(日)	2.265	×	78.35 ***	0.53
	海上輸送日数(日)	-0.829	○	-97.2 ***	
③	総輸送日数(日) (船舶待ち時間除く)	-0.641	○	67.94 ***	0.62
	国内港寄港便数(便)	-0.168	×	-46.08 ***	
	海外港寄港便数(便)	-0.242	×	-59.3 ***	
④	総輸送日数(日) (船舶待ち時間除く)	-0.318	○	-41.58 ***	0.64
	国内港船舶待ち時間(日)	0.364	×	10.83 ***	
	海外港船舶待ち時間(日)	-8.277	○	-108.94 ***	
⑤	総輸送日数(日)	-0.318	○	-41.58 ***	0.64
	国内港寄港便数の逆数	1.275	×	10.83 ***	
	海外港寄港便数の逆数	-28.971	○	-108.94 ***	
⑥	総輸送日数(日)	-0.383	○	-98.72 ***	0.45

\*\*\* : 有意水準1%で有意

このため本研究では、符号条件や変数の優位性のほか、なるべく簡単な構造フレームとすることを考慮し、ケース6の総輸送日数を選定した。これに、直航経路と海外フィーダー経路の選択水準の差を推計するため選択肢固有ダミー変数を導入することとした（直航経路：0、海外フィーダー経路：1）。

効用関数 $V_i$ を式(3)に定義する。

$$V_i = \alpha X_i + \beta Y_i \quad (3)$$

ここに、 $X_i$ ：総輸送日数、 $Y_i$ ：経路ダミー変数

### 3.3 経路別選択水準の差の導出

直航経路と海外フィーダー経路では、一般的にリードタイム（輸送時間）や寄港頻度、運賃、輸送品質などに差異があると言われているが、2章で整理したとおり、既往の研究ではこれらの経路に関する選択水準の差に着目した研究は見られない。

このため、本研究では1章で述べたとおり、輸送時間の算定において全ての航路サービス状況を踏まえるように精緻化（明らかに使用されていないものを除く）し、結果としての港湾・経路選択状況から、逆に、直航経路と海外フィーダー経路の選択水準の差を推計することとした。

ここで、目的変数である直航経路の選択確率を $P$ 、海外フィーダー経路の選択確率を $1-P$ として確率比をとると、 $P/(1-P)$ というオッズが得られる。

このオッズに対数をとると式(4)に示すロジット関数が得られる。

$$f(P) = \log \frac{P}{1-P} \quad (4)$$

さらに、このロジット関数の逆関数を求めるため、式(5)に表すように $f(P)$ を輸送時間効用差 $x$ の関数として両辺に指数を取ると、直航経路の選択確率曲線として式(7)に示す標準ロジスティック関数 $g(x)$ が導かれる。この関数を海外フィーダー経路のダミー変数から得られたパラメータにより平行移動させた関数は海外フィーダー経路の選択確率曲線として表され、同一選択確率における経路別の効用差 $k$ を本研究における選択水準差と定義することとした（図-2）。

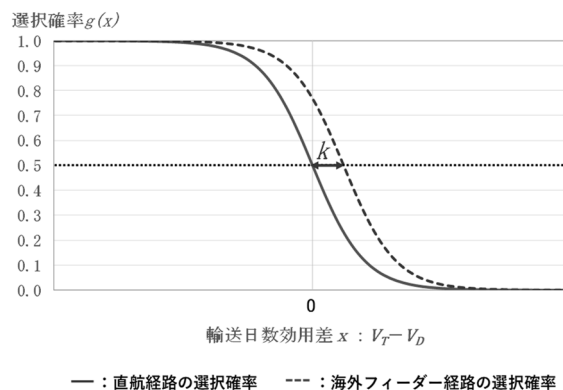
この選択水準差 $k$ がプラスであるか、マイナスであるかという点が、選択確率が高いかどうか（選択水準）を意味しており、その数値の大きさが両経路の選択水準の度

合いを示すものとなっている。ここで経路の選択水準とは、直航経路と海外フィーダー経路の同じ輸送日数効用差に対する選択確率の高低を表したものである。

$$e^x = \frac{P}{1-P} \quad (5)$$

$$P = \frac{e^x}{e^x + 1} = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (6)$$

$$g(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (7)$$



※ $x$ は効用差（ $V_T - V_D$ ）  
 ※ $V_D$ ：直航経路の効用、 $V_T$ ：海外フィーダー経路の効用  
 図-2 ロジスティック関数の概形（イメージ）

## 4. 分析に用いたデータ・設定の概要

本章では、今回の分析においてルート毎の貨物量実績値の算定に用いたコンテナ流調やモデルの輸送ルート・対象港湾、サービス水準の設定の際に用いた陸上・海上輸送、港湾内やトランシップなどの所要時間算出に用いた各種データについて概要を説明する。

### 4.1 全国輸出入コンテナ貨物流動調査の概要

全国輸出入コンテナ貨物流動調査<sup>12)</sup>は、我が国の国際海上コンテナ貨物の流動実態を把握し、効率的な国際海上コンテナ輸送体制を確立するための基礎資料を得ることを目的として、国土交通省が主体となって実施している調査である。昭和45年以降、およそ5年毎に調査が実施され、最新のデータは平成25年に調査されたデータである。本分析では、その最新データと平成20年に調査されたデータを用いた。

調査対象貨物は、その期間中に全国の税関において輸出入申告された海上コンテナ貨物であり、関西や特に九州で取扱量の多い、国際フェリーや国際RORO船で輸送される貨物も含まれている。ただし、少額貨物（1品目20万円以下）、軍関係貨物、コンテナ本体及びその付属品等の貨物は調査の対象から除外されている。

調査項目は、コンテナ貨物の流動状況、利用港湾やルートなどが把握できるように、生産地・消費地の市町村、コンテナ詰め場所・取出場所、船積港・船卸港、仕向港・仕出港、仕向国・仕出（原産）国などが設定されているほか、輸送した貨物の貨物量（フレートトン）、品目、申告価格（円）、国内での輸送手段などの項目が設定されている。

コンテナ貨物流動で把握できるルートの情報を大まかに示すと、輸出、輸入のそれぞれについて、以下のとおりとなる。

#### ○輸出コンテナ貨物

国内生産地→コンテナ詰め場所→（輸送機関）→国内船積港→海外仕向港→最終船卸港→仕向国

#### ○輸入コンテナ貨物

仕出（原産）国→最初船積港→海外仕出港→国内船卸港→（輸送機関）→コンテナ取出場所→国内消費地

### 4.2 輸送ルート・発着地の設定

#### (1) 輸送ルート候補数の設定

本節では、貨物の輸送ルート設定の際に必要な貨物が発地から着地まで運ばれる間に經由することとなる

国内港湾、トランシップされる海外港湾、本研究の対象とした北米向け輸出貨物の輸出相手港湾の設定や考え方について説明する。

本分析で取り扱う北米向け輸出貨物は、国内で北米直航航路が就航している港湾が限定的であり、便数も限られている。そのため、海外フィーダー輸送によりアジアの主要港湾へ運ばれ、海外でのトランシップを経て北米へ到達する場合も少なくない。

このため、貨物実績を踏まえた輸送経路としては、表-4に示すように、パターン1：直航輸送の他に、パターン2：海外フィーダーにより、アジア諸港でのトランシップを経て、北米に到達するルート、パターン3：国際フィーダーにより国際戦略港湾・国際拠点港湾を経て、北米へ到達するルート、パターン4：国際フィーダーにより国際戦略港湾・国際拠点港湾を経て、海外フィーダーでトランシップして北米に到達するルートが考えられる。

ここで、パターン1の直航（陸送）は国内に主に基幹航路が就航する国際戦略港湾及び国際拠点港湾を対象に国内の各生産地から陸送により当該港湾まで輸送された後に、直航便により北米に輸送されるルートで、理論的にはルート候補数は、日本全体では国際戦略港湾・国際拠点港湾数（本船寄港のない姫路港除く）の5+17=22ルートとなる。

また、パターン2の海外F（陸送）は、国内は陸送で、その後海外へフィーダー輸送され、そこでのトランシップを経て、目的地に輸送される貨物である。アジア航路は、地方の港湾にも数多く就航しているため国際戦略港湾・国際拠点港湾数以外の実績のあるコンテナ取扱港39港を加えた。なお、「地方の港湾」とは、重要港湾のうち外貿定期コンテナ船が就航する国際コンテナ取扱港湾と定義する。次に、トランシップされるアジア諸港としては、平成25年コンテナ流調（輸出）で貨物実績のあった釜山港、香港港、上海港、高雄港、台北港の5港を設定した。ルート候補数は、国際戦略港湾・国際拠点港湾及び地方の港湾から、海外のトランシップ港を経由するため、(5+17+39)×5=305ルートとなる。

続く、パターン3の直航（国際F）は、国内は国際フィーダーで輸送し国際戦略港湾・国際拠点港湾を経由して、目的地に到達するルートは、①国際拠点港湾から国際戦略港湾、②地方の港湾から国際戦略港湾、③国際拠点港湾から他の国際拠点港湾、④地方の港湾から国際拠点港湾、を経由して目的地に到達するルートを設定し、合計1,232ルートとなる。

最後のパターン4の海外F（国際F）は、パターン3に対して3rdポートとなるトランシップ港5港を経由する

ため、合計 1,232×5=6,160 ルートとなる。

以上より、ルート候補を整理すると 7,719 ルート×207 生活圏×1 北米地域=1,597,833 ルートとなる。

これらの各輸送ルート候補に関して、それぞれの経路の貨物輸送の実績値や輸送にかかる時間など、各経路の必要データを整備することとなる。

表-4 米国航路のルート候補数（輸出）

パターン	発地	1stポート	2ndポート	3rdポート	ルート数
1 直航 (陸送)		◎戦略 5			5
		○拠点 17			17
2 海外F (陸送)		◎戦略 5 ⇒ ●海外 5 ⇒			25
		○拠点 17 ⇒ ●海外 5 ⇒			85
		□地方 39 ⇒ ●海外 5 ⇒			195
3 直航 (国際F)	生産地 (207 生活圏) → (陸送)	○拠点 17 ⇒ (国際F) ◎戦略 5 ⇒			85
		□地方 39 ⇒ (国際F) ◎戦略 5 ⇒			195
		○拠点 17 ⇒ (国際F) ○拠点 17 ⇒			289
		□地方 39 ⇒ (国際F) ○拠点 17 ⇒			663
4 海外F (国際F)		○拠点 17 ⇒ (国際F) ◎戦略 5 ⇒ ●海外 5 ⇒			425
		□地方 39 ⇒ (国際F) ◎戦略 5 ⇒ ●海外 5 ⇒			975
		○拠点 17 ⇒ (国際F) ○拠点 17 ⇒ ●海外 5 ⇒			1,445
		□地方 39 ⇒ (国際F) ○拠点 17 ⇒ ●海外 5 ⇒			3,315
合計					7,719

(2) 発着地の設定

着地である北米地域の対象港湾については、アジアとの輸出入貨物の玄関口となっており、平成 25 年コンテナ流調（輸出）においても我が国との北米州エリア向け輸出貨物で大勢を占める北米西岸のロサンゼルス港・ロングビーチ港を一つの港とみなして対象港湾に設定した（表-5）。

表-5 北米州向け輸出貨物割合ランキング

方面	順位	最終船卸港	貨物量 (トン)	割合
北米州エリア向け最終船卸港貨物割合	1	LOS ANGELES	337,644	35%
	2	LONG BEACH	173,077	18%
	3	TACOMA	91,683	9%
	4	MANZANILLO (MEXICO)	60,445	6%
	5	VANCOUVER, BC	53,370	6%
	6	SAVANNAH	39,325	4%
	7	NEW YORK	30,127	3%
	8	SEATTLE	27,442	3%
	9	EVERETT	21,028	2%
	10	LAZALO CARDENA	19,877	2%
	-	その他港湾	113,920	12%
合計		967,938	100%	

また、発地の設定については、貨物量が少ないエリアを対象とする場合、貨物輸送実績のあるルート数が限られてしまい有意なモデルが構築できない可能性が予想される。このため本分析では、モデルのサンプル数が一定数確保できるよう地方別に直航・積替え貨物量を集計し

た上で分析対象地域を絞り込むこととした。

図-3は、平成 25 年コンテナ流調において国内港積み、最終船卸港がロサンゼルス港・ロングビーチ港となる輸出貨物の直航・積替え貨物割合を示している。これを見ると、北海道、東北、関東、甲信、東海、近畿、沖縄地方ではほとんどが直航経路の貨物となっており、海外フィーダー経路の貨物割合が低い状況である。これらの地域では、直航経路と海外フィーダー経路の選択水準差を議論するのは難しい。このため、本分析の発地エリアは、海外フィーダー貨物割合が比較的高い北陸、山陰、山陽、四国、九州地域を対象とした。さらに、地域的な特性を考慮して、国際フィーダー網が充実している瀬戸内側として山陽と四国（四国南部の徳島県・高知県は除く）を瀬戸内地域として統合し、北陸と山陰も日本海側地域として統合した。なお、発地エリア（生産地）は、経路別の輸送時間の違いを反映した分析が行えるよう、全国を 207 区分とする生活圏区分（第 5 回（2010 年度）全国幹線旅客純流動調査 207 生活圏ゾーン（国土交通省総合政策局））により分類している。

以上より、本分析の分析対象地域は、①九州地域、②瀬戸内地域、③北陸・山陰地域の 3 地域から北米西岸のロサンゼルス港・ロングビーチ港とした。本分析に用いた地方・地域と都道府県との対応表は付録-A に添付する。

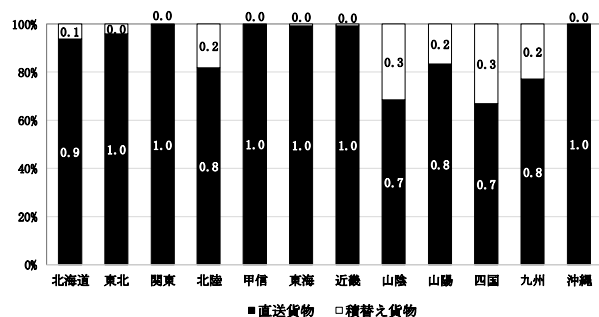


図-3 地域別直航・積替え貨物割合（輸出）

なお、本分析では、実際のモデルの推定にあたっては、貨物輸送実績のあるルートを用いている。例えば、1 生活圏あたり北米への 7,719 のルート候補のうち貨物輸送実績のあるルートは、平成 25 年コンテナ流調では、例えば九州地域の生活圏である福岡では 6 ルート、瀬戸内地域の生活圏である広島でも 6 ルートとなっている。

4.3 サービス水準の設定

本節では、各ルートのサービス水準の設定の際の基礎情報となる総輸送日数の設定に用いた各種データの概要について説明する。

図-4に示すとおり、総輸送日数は、我が国の生産地と港湾まではトレーラで輸送され、当該港湾から本船に積み込まれる直航輸送、また生産地と港湾まではトレーラで輸送され、当該港湾から海外の積替え港湾に一旦輸送されそこで本船に積み込まれる海外フィーダー輸送、さらには国内の生産地から国内港湾に輸送されたあと、国内の本船に積み込みされる港湾まで内航海運にて海上輸送される国際フィーダー輸送の場合で、その構成が異なる。なお、いずれの輸送経路においても、輸送時間は大きく分けて、①陸上輸送時間、②海上輸送時間、③港湾における諸時間、④船舶の待ち時間から構成されることとなる。以下に、それぞれの設定について述べる。

(1) 陸上輸送時間

陸上輸送時間については、国土交通省が構築したシステムである全国総合交通分析システムNITAS<sup>13)</sup>の「(道路+船)・物流モード」を用いて貨物データに対応する2時点において探索した経路の所要時間とする。このモードは、主にトラック利用を想定した「デジタル道路地図(DRM)」の基本道路以上の道路ネットワークと「海上定期便ガイド」に掲載されている航路ネットワークで経路探索するモードである。検索条件は、一般化費用(時間価値、燃料費、通行料金の合計)最小とする。所要時間は、起点を全国207生活圏毎の輸出货量最大の代表公的機関(市役所又は役場)、終点を前述の国内61の港湾とする距離を道路種別毎の平均旅行速度で除して算出したものである。

(2) 海上輸送時間

海上輸送時間については、従来は国内港湾から目的の港湾までの距離を算定し、それぞれの航路の代表的な船舶の平均的な運航速度で除して算出することが多い。

ここで、国際輸送ハンドブック<sup>14)</sup>には毎年の定期航路

○直航輸送(日本の港湾で本船積み)

輸送時間 T	①陸上輸送時間	③港湾における諸時間	④船舶の待ち時間	②海上輸送時間
--------	---------	------------	----------	---------

○海外フィーダー輸送(釜山港などの海外フィーダー港湾で積替えをして本船積み)

輸送時間 T	①陸上輸送時間	③港湾における諸時間	④船舶の待ち時間	②海上輸送時間(海外F船)	③港湾における諸時間(海外F港)	②海上輸送時間(海外F船～海外目的港)
--------	---------	------------	----------	---------------	------------------	---------------------

○国際フィーダー輸送(国内主要港へ国際フィーダー輸送して本船積み)

輸送時間 T	①陸上輸送時間	③港湾における諸時間(内航船)	④船舶の待ち時間	②海上輸送時間(国際F船)	③港湾における諸時間	④船舶の待ち時間	②海上輸送時間
--------	---------	-----------------	----------	---------------	------------	----------	---------

図-4 総輸送日数の各種設定項目概要

運航体制にかかる情報が収録されており、運航エリア別にオペレーター、寄港ローテーション、投入船などの情報が1行ごとにデータ化されている。データでは、実際の寄港スケジュールを元にした発着港間の実質的な輸送日数が把握可能となっているため、本研究においては輸送時間の中で大きな割合を占める海上輸送時間についてより正確性を期すため、本データベースと貨物データを用いて図-5のとおり、多様な発着港間の全サービス(明らかに使用されていないものを除く)の平均海上輸送日数を算定できるプログラムを作成した。なお、海上輸送日数をデータ化した対象運航エリアは、今回の輸送ルートにおいて利用が想定される北米航路、東南アジア航路、極東航路、中国航路、台湾航路、韓国航路、ナホトカ航路エリアとした。こちらも貨物データに対応する2時点のデータ(2009年・2014年版)でそれぞれ作成している。

参考として、発着港間距離と代表船型の船速で算定した海上輸送日数と算定プログラムで算出した平均海上輸送日数について主要経路で比較した(表-6)。これを見ると、算定プログラムの海上輸送日数の方が、寄港ローテーションなどを考慮しているため日数が長くなっていることがわかる。なお、算定プログラムの概要及び発着港間の平均輸送日数の算定結果は付録-Bに添付する。

表-6 主要経路別平均海上輸送日数

発港	距離(海里) ↔	着港	2013年平均船型(TEU)	船速(kt)	海上輸送日数(日)	【本研究】海上輸送日数(日)
横浜港	4,840	北米州ロサンゼルス港	5,000	23.9	8.4日	10.0日
釜山港	5,218		6,000	24.5	8.9日	12.4日
上海港	5,659		6,000	24.5	9.6日	15.2日
香港港	6,335		6,000	24.5	10.8日	15.4日
高雄港	6,094		8,000	25.5	10.0日	16.4日

※港湾間距離は、MarineTrafficのVoyagePlannerより算定

※平均船型は国際輸送ハンドブックデータより想定

※船速は、文献15を元に設定

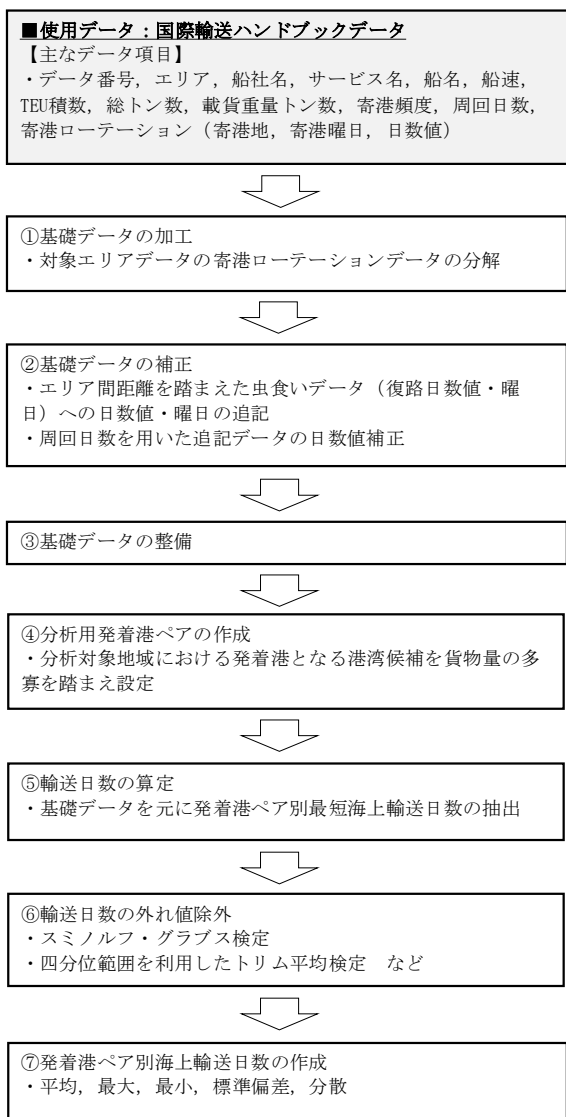


図-5 海上輸送日数算定プログラムの概要

(3) 港湾における諸時間

港湾における諸時間は、通関時間、本船荷役時間、フィーダー輸送の際の積卸し時間等から構成される。今回の分析対象貨物は、北米航路の輸出貨物であるため、直航貨物の場合は「船積み24時間ルール」が適用されコンテナヤードへの搬入締め切り時間（コンテナヤードカットタイム）が3日前とされていることから通関及び本船荷役時間を合わせて3日間と設定した。また、国際フィーダー輸送（内航）の港湾諸時間については、文献<sup>15)</sup>では、コンテナ船の貨物積卸し時間が2時間とされているがコンテナヤードカットタイムを最大限設定していることから、これに吸収されるものとした。また、海外フィーダー貨物の場合は国内船積港における24時間ルールが適用されないため、コンテナヤードカットタイムは1日前であることから、通関及び本船荷役時間を合わせて1日間と設定した。また、トランシップに要する所要時間は、文献<sup>16)</sup>を参考に「釜山港でのトランシップで、貨物が卸され、別の船に積み替えられて港を出発するまでに、最低2~3日、スケジュールによっては1週間程度要することもある」とあるため3日間を想定した。

(4) 船舶の待ち時間

船舶の待ち時間については、直航輸送、海外フィーダー輸送、国際フィーダー輸送における船舶の待ち時間があるため、それぞれの港湾での航路便数を文献<sup>14)</sup>等を基に算出し、以下の式により平均待ち時間を算出した。

$$\text{待ち時間} = \frac{7\text{day} \times 24\text{hr}}{\text{航路便数 (便/週)}} \times \frac{1}{2}$$

以上のサービス水準の設定方法の概要は表-7に示す。

表-7 サービス水準の設定方法の概要

	項目	設定概要	参考文献
総輸送日数	陸上輸送時間	全国総合交通分析システム（NITAS）を元に、道路種類別距離を道路種類別平均旅行速度で除して算出	文献 <sup>13)</sup>
	海上輸送時間	国際輸送ハンドブックの船社サービス別運航スケジュールデータを元に、発着港ペア間の全サービス（明らかに使用されていないものを除く）の平均輸送日数算出プログラムを作成し算出	文献 <sup>14)</sup>
		国際フィーダー輸送は海上輸送距離と輸送船型の航行速度を元に算出	文献 <sup>15)</sup> 、日本海事新聞等を元に設定
	港湾諸時間	直航経路は、本船船積み24時間ルールが適用されるためコンテナヤード搬入締め切り時間（コンテナヤードカットタイム）を3日前として設定 ※これに通関手続き・荷役時間や国際フィーダー（内航船）の貨物積卸し時間を含むとした	-
		海外F経路は、国内でのコンテナヤードカットタイムを1日前として設定、またトランシップ港でのコンテナ滞留時間を3日間として設定 ※これに通関手続き・荷役時間や国際フィーダー（内航船）の貨物積卸し時間を含むとした	文献 <sup>16)</sup>
船舶待ち時間	航路便数に基づき平均待ち時間を設定	文献 <sup>14)</sup> 、日本海事新聞等を元に設定	

## 5. 輸送日数と貨物量の関係性分析

本章では、まず地域特性を分析した上で4章において説明した2時点の貨物データ等を用いて算定した直航経路と海外フィーダー経路の総輸送日数及び貨物量等との関係性とその変化について考察する。

### 5.1 地域特性の分析

地域別の船積港へのアクセス性を示すものとして、5大港への距離と国際拠点港湾を含む地方の港湾への距離との比率を文献<sup>13)</sup>の探索結果を元に算出する。表-8は、平成25年のコンテナ流調の貨物データ毎に各生活圏から各港湾までの距離を算出し平均距離を地域別に集計し算出したものである。この結果から、5大港背後地域である南関東、東海、近畿地域（5大港背後地域は沿岸部に位置する都府県とし、それぞれ南関東は東京都・千葉県・神奈川県、東海は愛知県・三重県、近畿は大阪府・兵庫県とした）では5大港への距離と地方の港湾への距離が同等程度となっており距離自体も短い。北陸・山陰、瀬戸内、九州の3地域では5大港への距離が長くなっており地方の港湾との距離比率も大きいことがわかる。

次に、外貿定期コンテナ航路の充実度合いを示すものとして、北米航路と中国・韓国航路の航路便数について文献<sup>17)</sup>を元に地域別に比較する。図-6は、各地域に属する港湾の方面別平均航路便数（便/週）を示している。この結果から、5大港背後地域である南関東・東海・近畿地域では北米航路や中国・韓国航路の航路便数が比較的充実している。一方で、北陸・山陰地域は、日本海側港湾であり北米航路は就航しておらず、かつ中国・韓国航路便数も少ない。次に、瀬戸内地域では、北米航路は広島港に月1便就航しているのみであり、中国・韓国航路便数は7.7便とデイリー並みになっている。また、九州地域は、大規模港である博多港・北九州港があり北米航路が週1便就航するとともに、東アジアへの近接性から中

国・韓国航路は東海地域並みに多くなっている。

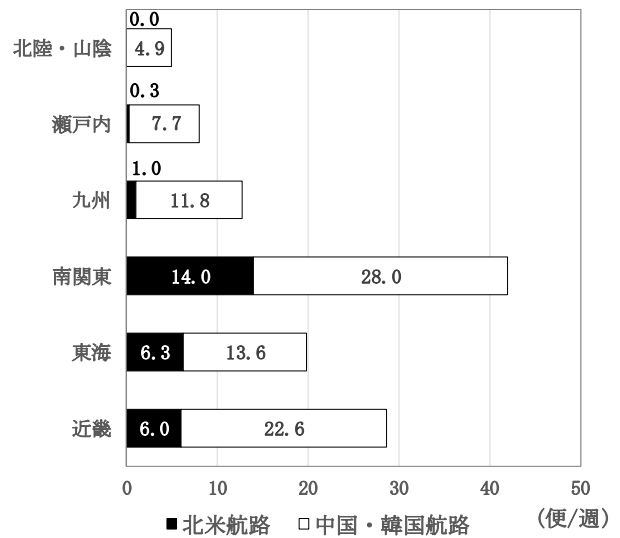


図-6 北米航路と中国・韓国航路の地域別平均航路便数

### 5.2 輸送日数と貨物量の関係性分析

地域別に、直航経路と海外フィーダー経路の総輸送日数及び貨物量の関係、総輸送日数と経路別選択確率の関係をグラフ化し、その関係性と2時点間での変化について考察する。なお、グラフ化した1サンプルは、生産地（207生活圏）別輸送経路別の貨物量あるいは経路別選択確率と総輸送日数の関係を示している。

#### (1)九州地域

図-7に示す輸送日数と貨物量の関係をみると、平成20年には、輸送日数は直航経路の方が海外フィーダー経路よりも全体的に速いことが確認できる。一方で、貨物量は海外フィーダー経路の方がかなり多くなっている。また、図-8に示す輸送日数と選択確率の関係をみると、輸送日数が15日程度と速い直航経路のサンプルでは選択確率が高いものが多いが、17～18日程度に集中している

表-8 各港湾への平均国内移動距離

地域	京浜港への距離	阪神港への距離	名古屋港への距離	最寄り5大港への距離(A)	国際拠点港湾を含む地方の港湾への距離(B)	(A)/(B)
北陸・山陰	559km	282km	300km	282km	42km	6.7
瀬戸内	778km	280km	443km	280km	38km	7.4
九州	1139km	661km	813km	661km	55km	12.1
南関東	58km	502km	338km	58km	57km	1.0
東海	304km	221km	87km	87km	47km	1.8
近畿	485km	84km	165km	84km	57km	1.5



海外フィーダー経路のサンプルも選択確率が高いものが多いことが確認できる。これは輸送日数の遅い海外フィーダー経路でも荷主の効用を押し上げる優位性が存在していることが推察される。以上から、輸送日数が遅い海外フィーダー経路の貨物が選択されている要因としては、九州地域の東アジアへの近接性や阪神港までの距離、海外フィーダー経路の運賃特性（ディスカウント）等が荷主の効用を押し上げた結果、海外フィーダー経路が選択されているものと考えられる。

次に、図-9 に示す輸送日数と貨物量の関係を見ると、平成 25 年には、輸送日数が全体的に遅くなる傾向にあり、直航経路と海外フィーダー経路が同等となっている。貨物量は平成 20 年とは逆に直航経路の方が多く選択されている。また、図-10 に示す輸送日数と選択確率の関係を見ると、輸送日数が 19~20 日程度と海外フィーダー経路よりも遅い直航経路のサンプルにおいても選択確率が高い傾向となっている。以上から、東アジアへの近接性や海外フィーダー経路の運賃特性等を踏まえても直航経路が選択されやすい変化が生じていることが想定される。

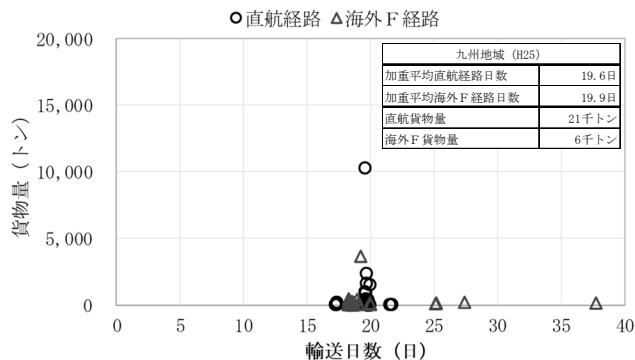


図-9 九州地域の輸送日数と貨物量の関係(H25)

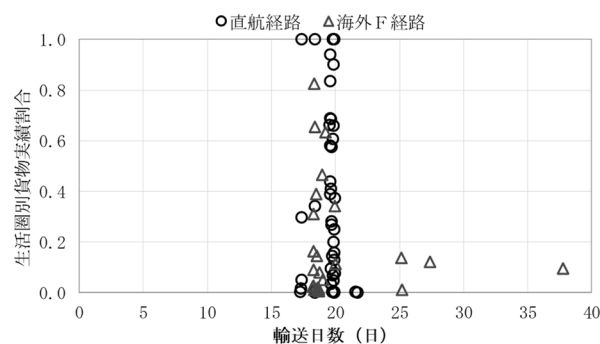


図-10 九州地域の輸送日数と選択確率の関係(H25)

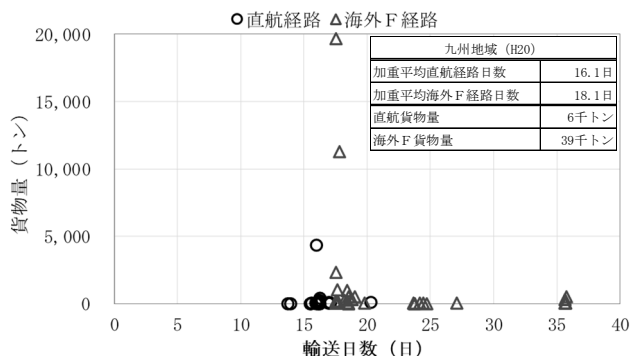


図-7 九州地域の輸送日数と貨物量の関係(H20)

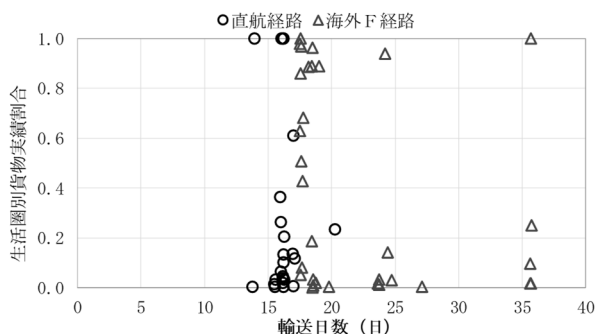


図-8 九州地域の輸送日数と選択確率の関係(H20)

### (2) 瀬戸内地域

図-11 に示す輸送日数と貨物量の関係を見ると、平成 20 年には、九州地域と同様で、輸送日数は直航経路の方が海外フィーダー経路よりも全体的に速いことが確認できる。一方で、貨物量は海外フィーダー経路の方が僅かながら多くなっている。また、図-12 に示す輸送日数と選択確率の関係を見ると、九州地域と同様で、輸送日数が 15~16 日程度と速い直航経路のサンプルでは選択確率が高くなっているが、17~18 日程度に集中している海外フィーダー経路のサンプルも選択確率が高いものが多いことが確認できる。これは輸送日数の遅い海外フィーダー経路でも荷主の効用を押し上げる優位性が存在していることが推察される。以上から、輸送日数が遅い海外フィーダー経路の貨物が選択されている要因としては、瀬戸内地域においても東アジアへの近接性や阪神港までの距離、海外フィーダー経路の運賃特性（ディスカウント）等が荷主の効用を押し上げた結果、海外フィーダー経路がやや多く選択されているものと考えられる。

次に、図-13 に示す輸送日数と貨物量の間をみると、平成 25 年には、九州地域と同様で、輸送日数が全体的に遅くなる傾向にあり、直航経路と海外フィーダー経路が同等となっている。貨物量は平成 20 年とは逆に直航経路の方が多く選択されている。また、図-14 に示す輸送日

数と選択確率の関係をみると、九州地域と同様で、輸送日数が20日程度と海外フィーダー経路よりも遅い直航経路のサンプルにおいても選択確率が高い傾向となっている。以上から、東アジアへの近接性や海外フィーダー経路の運賃特性等を踏まえても直航経路が選択されやすい変化が生じていることが想定される。

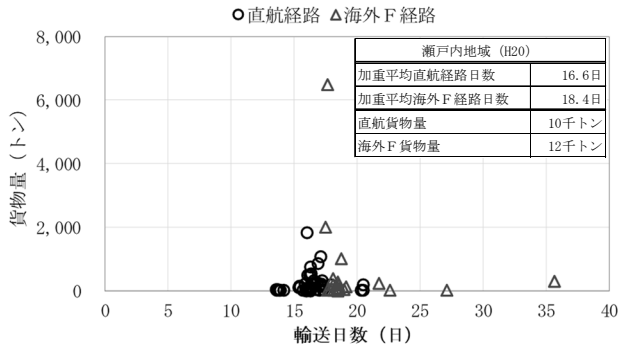


図-11 瀬戸内地域の輸送日数と貨物量の関係(H20)

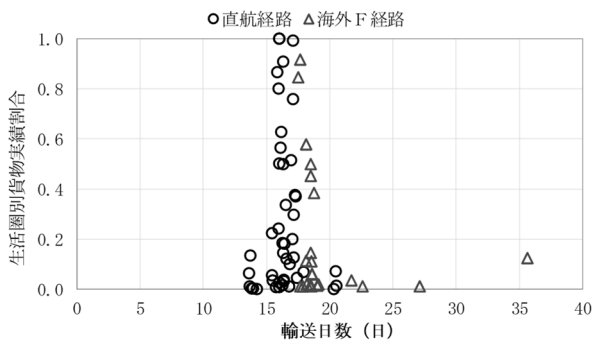


図-12 瀬戸内地域の輸送日数と選択確率の関係(H20)

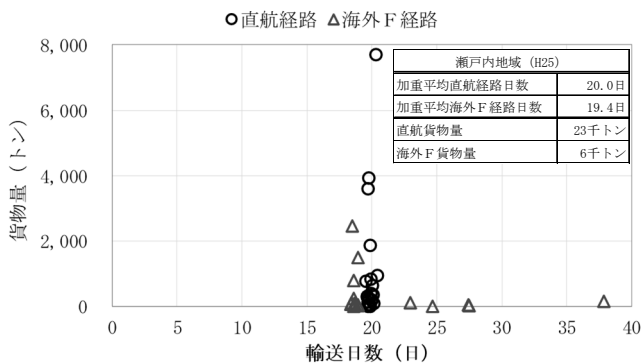


図-13 瀬戸内地域の輸送日数と貨物量の関係(H25)

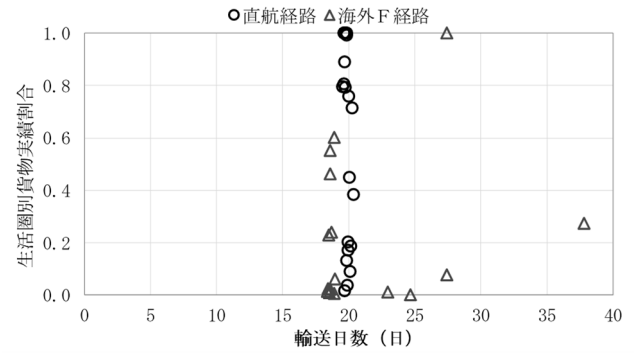


図-14 瀬戸内地域の輸送日数と選択確率の関係(H25)

### (3)北陸・山陰地域

図-15に示す輸送日数と貨物量の関係をみると、平成20年には、輸送日数は直航経路の方が海外フィーダー経路よりも全体的に速いことが確認できる。貨物量は直航経路の方が多くなっている。また、図-16に示す輸送日数と選択確率の関係をみると、輸送日数に関わらず直航経路の選択確率が相対的に高い傾向にある。以上から、直航経路の方が多く選択されていることから、北陸・山陰地域の5大港への近接性や、中国・韓国航路便数の相対的少なさなどが荷主の直航経路の効用を押し上げ選択されているものと考えられる。

次に、図-17に示す輸送日数と貨物量の関係をみると、平成25年には、九州及び瀬戸内地域と同様で、輸送日数は全体的に遅くなる傾向にあり、直航経路と海外フィーダー経路が同等となっている。貨物量は平成20年と同様に直航経路の方が多くなっている。また、図-18に示す輸送日数と選択確率の関係をみると、平成20年と同様に輸送日数に関わらず直航経路の選択確率が高い傾向にある。以上から、海外フィーダー経路よりも直航経路の優位性が顕著となっていることが想定され、直航経路が選択されているものと考えられる。

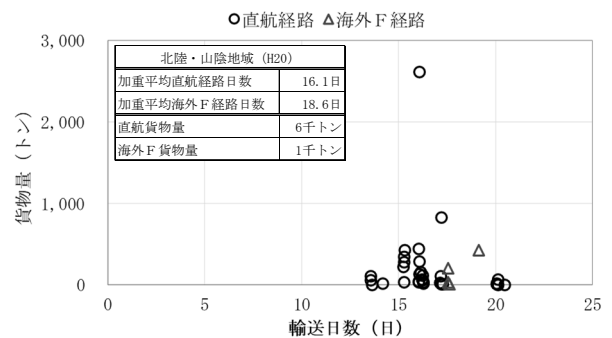


図-15 北陸・山陰地域の輸送日数と貨物量の関係(H20)

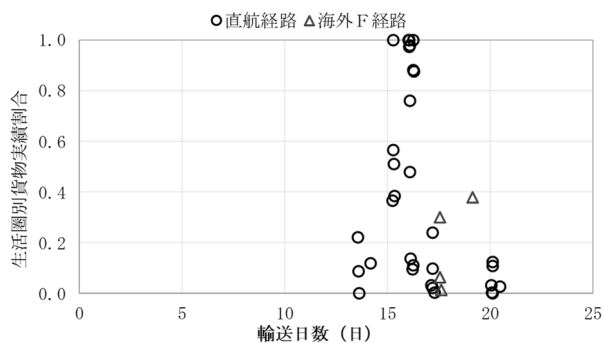


図-16 北陸・山陰地域の輸送日数と選択確率の関係 (H20)

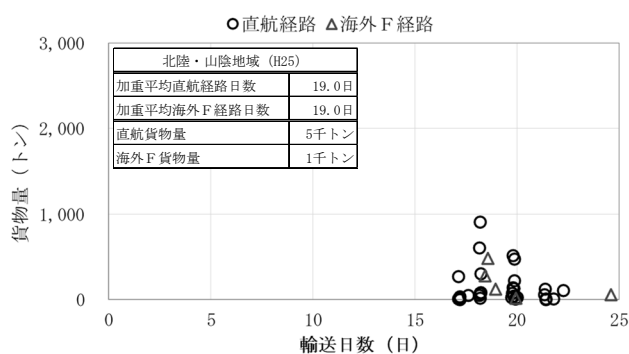


図-17 北陸・山陰地域の輸送日数と貨物量の関係 (H25)

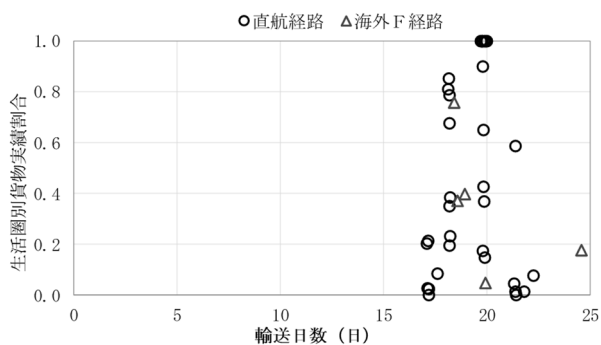


図-18 北陸・山陰地域の輸送日数と選択確率の関係 (H25)

(4) 輸送日数の変化に関する考察

ここでは、文献<sup>14)</sup>を用いて平成20年と平成25年の輸送日数が増大する変化要因について、主要な航路サービスの所要日数等により分析した。表-9には平成20年と平成25年に対応する国際輸送ハンドブックにおける主要経路別の北米西岸輸出の所要日数を示す。これを見ると、多くの航路サービスにおいて同一行程であるにも関わらず平成20年と比べて平成25年には所要日数が長くなっていた。この点については、平成20年の原油価格高騰により、燃料節減のための減速航行(スロースターミング)が全般的に導入され、定着したものと推察される。一方で、サービス(寄港地数)の変化については、海外フィーダー経路である釜山港からロサンゼルス港については抜港があり輸送日数が減少するものも見られたが、平成25年の共同配船グループHapag/NYK/OOCLのサービスでは平成20年当時サービス名JCXとしてロサンゼルス港などPSW(Pacific Southwest:米国カリフォルニア州)に途中寄港なく輸送していたが、平成25年にはサービス名PAXとしてタコマ港などのPNW(Pacific Northwest:米国オレゴン州から加国ブリティッシュ・コロンビア州)を経由してロサンゼルス港へ寄港するように経路が改変されたため、途中寄港地が増加し輸送日数が増大するものも確認された(表-10)。

以上から、全体的には神戸港から北米へ、また釜山港から北米への遠距離の本船航路において輸送日数が増大していることが変化要因であることを確認できた。

表-9 主要経路別サービスの変化

経路	船積港	船卸港	平均輸送日数(日)		平均寄港地数	
			H20	H25	H20	H25
直航経路	神戸港	ロサンゼルス港	12.7	16.8	19.7	19.8
	神戸港	ロングビーチ港	11.0	14.0	9.6	12.7
	博多港	ロサンゼルス港		13.0		11.0
海外F経路	釜山港	ロサンゼルス港	12.8	12.4	16.1	15.1
	釜山港	ロングビーチ港	10.7	12.5	12.6	11.0
	博多港	釜山港	1.0	1.0	9.6	9.8

表-10 神戸港-北米西岸港湾の航路サービスの変化

船積港	船卸港	年次	共同配船グループ	サービス名	船積・船卸港間の寄港ローテーション(括弧内数字は文献 <sup>14)</sup> を参考とした輸送日数)	輸送日数
神戸港	ロングビーチ港	H20	KL/YangMing	PSW-3	kobe(0)-yokkaichi(1)-nagoya(1)-tokyo(2)-longbeach(11)	11
		H25	KL/MOL	PSW-3	kobe(0)-nagoya(1)-shimizu(2)-tokyo(3)-longbeach(14)	14
神戸港	ロサンゼルス港	H20	Hapag/NYK/OOCL	JCX	kobe(0)-nagoya(1)-tokyo(2)-sendai(3)-losangeles(12)	12
			APL/Evergreen/Hyundai/MOL	JAS	kobe(0)-nagoya(1)-shimizu(2)-tyokyo(3)-losangeles(13)	13
			Maersk/MSC	TP-5	kobe(0)-shimizu(1)-nagoya(2)-yokohama(3)-losangeles(13)	13
		H25	Hanjin/Hapag/NYK/OOCL	JPX	kobe(0)-nagoya(1)-tokyo(2)-sendai(3)-losangeles(13)	13
			Hapag/NYK/OOCL	PAX	kobe(0)-nagoya(2)-tokyo(3)-tacoma(12)-oikland(16)-losangeles(18)	18

## 6. モデルの推定結果

本章では、構築したロジットモデルの推定結果及び経路別選択水準差  $k$  の算定結果を整理し考察を行う。

### 6.1 モデルの検討結果

4章で述べた2時点の貨物データとサービス水準データを用いて、地域別に構築したモデルのパラメータ推定を実施した。

#### (1) 九州地域

九州地域のパラメータの推定結果を表-11に示す。総輸送日数はパラメータがマイナスであれば符号条件を満たしており2時点ともに良好な結果が得られた。また、尤度比は、0.2～0.4以上のときは十分高い適合度を持つと判断してよいとされているため、2時点ともに適合度は高いと判断できる。また、総輸送日数及びダミー変数のパラメータの有意性を表す  $t$  値は2時点ともに有意水準1%以下となった。

貨物割合の現況再現性としては、相関係数が平成20年には0.76、平成25年には0.65となった。文献<sup>18)</sup>によれば相関係数0.5～0.7であれば高い相関がある、0.7～1.0であればかなり高い相関があるとしており、平成20年は0.76とかなり高い相関であり比較の実績割合を再現できたといえる。一方で、平成25年には0.65となり、高い相関といえるが良好な再現性とまではいかなかった。

次に、選択水準差  $k$  は、表-11のとおりプラスからマイナスに転じており、平成20年において海外フィーダー経路の選択確率が高かったが、平成25年には直航経路の選択確率が高くなるという変化を示した。

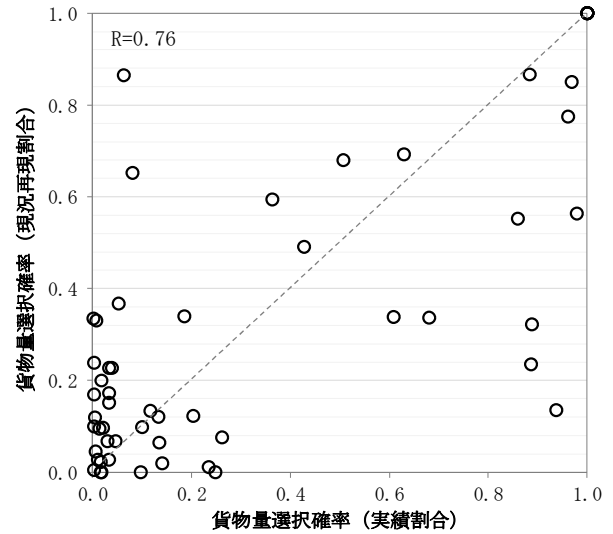


図-19 九州地域の貨物割合の実績値と再現値(H20)

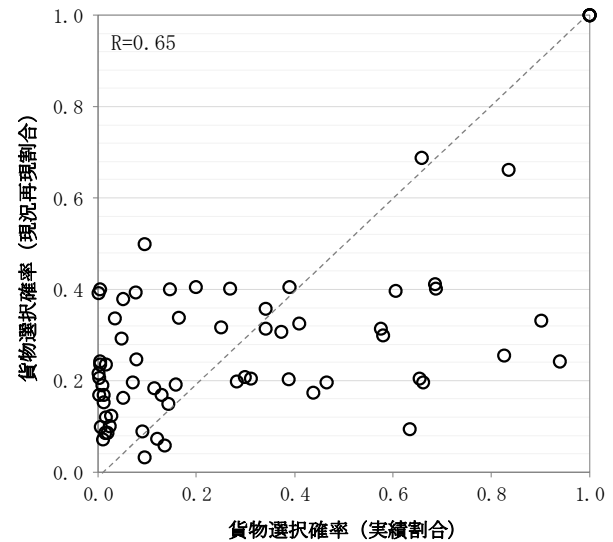


図-20 九州地域の貨物割合の実績値と再現値(H25)

表-11 パラメータ推定結果 (九州地域)

	説明変数	パラメータ	符号条件	t値	尤度比	相関係数	選択水準差 $k$
H20	総輸送日数(日)	-0.526	○	-82.41 ***	0.64	0.76	4.65
	経路ダミー変数	2.448	○	125.33 ***			
H25	総輸送日数(日)	-0.081	○	-22.55 ***	0.64	0.65	-9.59
	経路ダミー変数	-0.776	○	-52.48 ***			

※※※※ : 有意水準1%で有意

(2)瀬戸内地域

瀬戸内地域のパラメータの推定結果を表-12 に示す。総輸送日数はパラメータの符号条件が2時点ともマイナスとなり良好な結果が得られた。また、尤度比は、2時点ともに適合度は高い結果となった。また、総輸送日数及びダミー変数のパラメータの有意性を表すt値は2時点ともに有意水準1%以下となった。

貨物割合の現況再現性としては、相関係数が平成20年には0.61となり高い相関といえるが良好な再現性とまではいかなかった。一方で、平成25年には0.76となり、かなり高い相関であり比較的実績割合を再現できたといえる。

次に、選択水準差kは、表-12のとおりプラスからマイナスに転じており、九州地域ほどの数値の差はないが平成20年において海外フィーダー経路の選択確率が高かったが、平成25年には直航経路の選択確率が高くなるという変化を示した。

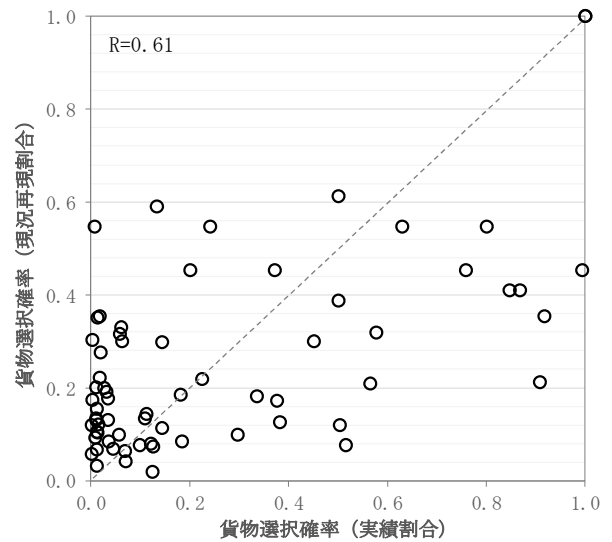


図-21 瀬戸内地域の貨物割合の実績値と再現値(H20)

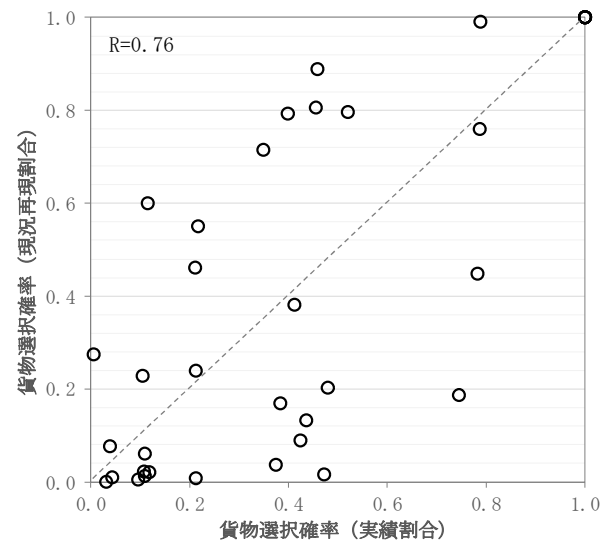


図-22 瀬戸内地域の貨物割合の実績値と再現値(H25)

表-12 パラメータ推定結果 (瀬戸内地域)

	説明変数	パラメータ	符号条件	t値	尤度比	相関係数	選択水準差k
H20	総輸送日数(日)	-0.170	○	-38.6 ***	0.62	0.61	4.89
	経路ダミー変数	0.830	○	42.44 ***			
H25	総輸送日数(日)	-0.194	○	-27.54 ***	0.64	0.76	-8.04
	経路ダミー変数	-1.558	○	-98.82 ***			

※※※ : 有意水準1%で有意

(3)北陸・山陰地域

北陸・山陰地域のパラメータの推定結果を表-13に示す。総輸送日数はパラメータの符号条件が2時点ともマイナスとなり良好な結果が得られた。また、尤度比は、2時点ともに適合度は高い結果となった。また、総輸送日数及びダミー変数のパラメータの有意性を表すt値は2時点ともに有意水準1%以下となった。

貨物割合の現況再現性としては、相関係数が平成20年には0.80、平成25年には0.73となり、かなり高い相関が得られているため比較の実績割合を再現できたといえる。

次に、選択水準差kは、表-13のとおりプラスからプラスとほぼ変化がなく、北陸・山陰地域では平成20年から平成25年にかけて大きな状況変化はなかったとの点は、前章の結果と同じであった。しかし、この2時点ともに海外フィーダー経路の選択確率が高いという結果となっており、阪神港が基本となっている九州及び瀬戸内地域とは異なり、特に北陸地域において直航経路の国内船積港の選択肢が神戸港、大阪港、名古屋港、東京港、横浜港と多いことにより、個別の直航経路の選択確率が見かけ上低下した一方で、海外フィーダー経路の選択肢は金沢港や伏木富山港に限られることで相対的に選択確率が上昇し、本来k値がマイナスになるところが、結果的にプラスになったと推察される。

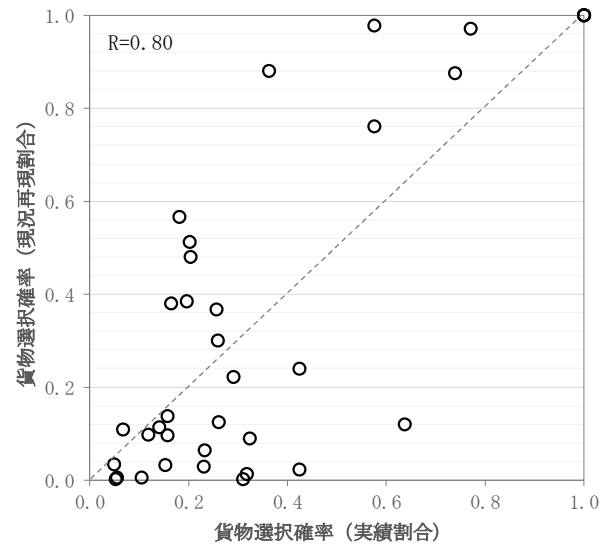


図-23 北陸・山陰地域の貨物割合の実績値と再現値 (H20)

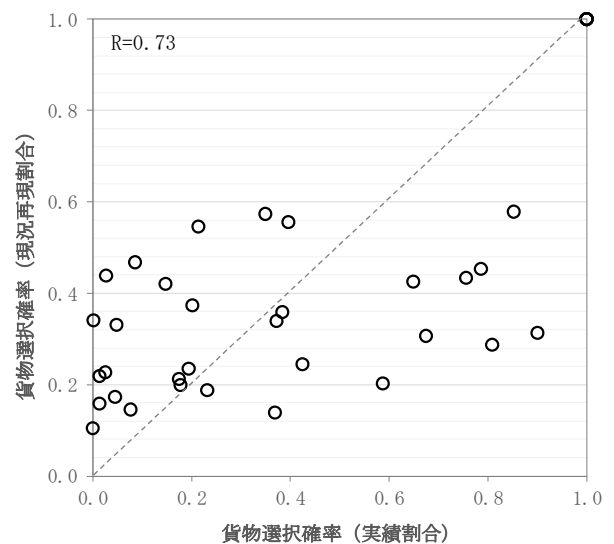


図-24 北陸・山陰地域の貨物割合の実績値と再現値 (H25)

表-13 パラメータ推定結果 (北陸・山陰地域)

	説明変数	パラメータ	符号条件	t値	尤度比	相関係数	選択水準差k
H20	総輸送日数(日)	-0.273	○	-25.02 ***	0.72	0.80	3.15
	経路ダミー変数	0.860	○	16.47 ***			
H25	総輸送日数(日)	-0.182	○	-20.71 ***	0.68	0.73	3.60
	経路ダミー変数	0.654	○	13.29 ***			

\*\*\* : 有意水準1%で有意

6.2 選択水準の差の変化にかかる考察

地域別の選択水準差  $k$  は図-25 のとおり平成 20 年から平成 25 年にかけて九州及び瀬戸内地域ではプラスからマイナスへ変化し、北陸・山陰地域では大きな変化はなかった。九州及び瀬戸内地域の変化要因について、期間中の我が国の港湾政策や貨物流動実績等と絡めて考察する。

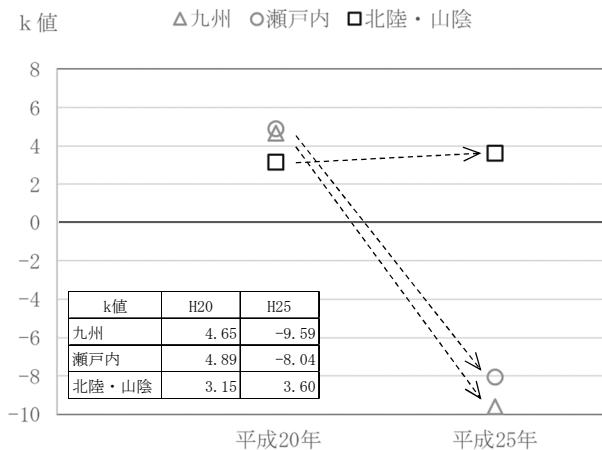


図-25 地域別選択水準差の変化

我が国における国際コンテナ戦略港湾政策は平成 21 年に公表され、平成 22 年に京浜港と阪神港が国際コンテナ戦略港湾に指定された。阪神港では西日本各地からコンテナ貨物を阪神港へ集約し基幹航路を維持・拡大し、荷主に対して低コスト、多頻度・多方面、確実な国際輸送サービスの提供を図り、産業の国際競争力強化に寄与するため、表-14 に示す貨物量を目標として取り組みを進めてきた。

関連する具体的な取り組み（集貨策）としては、平成 23 年からは、国際拠点港や地方の港湾から欧米基幹航路への輸送において、釜山など東アジア主要港でトランシップされている貨物を、国際戦略港湾へのフィーダー輸送へと転換するモデル事業として「国際コンテナ戦略港湾フィーダー機能強化事業」が3ヶ年実施され、平成 25 年までに内航航路が7航路の新設・追加寄港・増便（内航船社によっては大型内航船の新造・投入）などが行われ、同年には約8万TEUの釜山港等トランシップ貨物を奪還するなど一定の事業効果が報告<sup>19)</sup>されている（表-15）。

表-14 阪神港目標外貿コンテナ取扱貨物量

区分	2008年実績	集貨目標貨物量	
		2015年	2020年
外貿コンテナ取扱貨物量	400万TEU	約490万TEU	約590万TEU
内航フィーダー 鉄道・トラックフィーダー	38万TEU	110万TEU	130万TEU
国際トランシップ	0万TEU	20万TEU	20万TEU

表-15 国際フィーダー航路の拡充

	航路	年度	事業者	便数 (便/週)	類型
①	京浜～八戸・苫小牧	H23～	井本商運		1 新規航路
②	京浜～仙台塩釜	H23～	近海郵船物流		2 追加寄港
③	京浜～仙台塩釜・大船渡・苫小牧	H23～	鈴与海運		1 追加寄港・増便
④	阪神～水島・岩国・徳山下松等	H23～	西日本内航フィーダー合同会社	1～2	新規航路
⑤	阪神～細島・志布志・北九州・博多	H24～	鈴与海運		1 追加寄港
⑥	阪神～福山～大分・博多・長崎・北九州・八代・川内	H24～	井本商運		1～2 新規航路
⑦	阪神～徳山下松～博多・細島・志布志	H24～	西日本内航フィーダー合同会社		2 新規航路

※便数は2014年版海上定期便ガイドより追記

次に、本分析で用いた平成 20 年と平成 25 年のコンテナ流調データ（国内-北米西岸ロサンゼルス港・ロングビーチ港向け全輸出貨物）のうち、神戸港と競合関係にある釜山港トランシップ貨物の流動状況を表-16 に示す。

平成 20 年の釜山港への海外フィーダー貨物量は全国で 50,376 フレートトンであり、対して神戸港からの直航貨物は 66,252 フレートトンであった。平成 25 年には釜山港が減少し 15,679 フレートトンであるのに対し、神戸港は 83,016 フレートトンと増加している。また、神戸港からの直航貨物のうち国際フィーダー貨物は 5 年間で約 2.4 倍も増加している。

表-16 神戸港と釜山港のトランシップ貨物量

	平成20年	平成25年
	貨物量 (FT)	貨物量 (FT)
釜山港	50,376	15,679
神戸港	66,252	83,016
国際フィーダー	5,028	12,096

以上をまとめると、平成 20 年時点では、九州及び瀬戸内地域においては、海外フィーダー経路の平均輸送日数が、直航経路より遅いにもかかわらず、選択確率が相対的に高くなっていた。これは、運賃面で、直航経路に比べて、海外フィーダー経路でディスカウントが行われていた可能性が推察された。

一方で、平成 25 年時点では、九州及び瀬戸内地域では直航経路の輸送日数が海外フィーダー経路と同等か若干

遅いにもかかわらず、選択確率が相対的に高くなっていた（選択水準差  $k$  がマイナスへと変化）。これは、直航経路において、運賃の低下や輸送品質の向上があったこととなる。

この期間には、国際コンテナ戦略港湾政策により九州及び瀬戸内地域での国際フィーダー航路が充実してきており、その結果として運賃面や輸送の品質において一定の効果があったものと推察される。

## 7. おわりに

本研究は、我が国発着のコンテナ貨物の輸送経路を推計し、政策効果の分析・評価をより精緻に行うための港湾・経路選択モデルの精度向上を最終的な目的として、本資料においては、基幹航路の一つである北米輸出を対象に、荷主の経路選択要因の一つである運賃の網羅的な把握や輸送品質の定量的な評価が困難であることを踏まえ、輸送時間の算定において全ての航路サービス状況を踏まえるように精緻化し、結果としての港湾・経路選択状況から、逆に、直航経路と海外フィーダー経路の選択水準の差を推計したものである。

本研究で得られた結論は、以下のとおりである。

- (1) 九州地域では、直航経路と海外フィーダー経路の選択が状況により変わり得る状況にあり、平成20年から平成25年にかけての選択水準差の変化がプラスからマイナスに転じていた。これは、同じ輸送日数であれば、直航経路の選択確率が高まったことを意味する。この期間には、国際コンテナ戦略港湾政策において九州北部を中心に国際フィーダー航路が充実してきており、その結果として運賃面や輸送の品質において一定の効果があったものと推察された。
- (2) 瀬戸内地域でも、九州地域と同様に、直航経路と海外フィーダー経路の選択が状況により変わり得る状況にあり、平成20年から平成25年にかけての選択水準差の変化は、プラスからマイナスに転じていた。これは、同じ輸送日数であれば、直航経路の選択確率が高まったことを意味する。この期間には、国際コンテナ戦略港湾政策において瀬戸内地域での国際フィーダー航路が充実してきており、その結果として運賃面や輸送の品質において一定の効果があったものと推察された。
- (3) 北陸・山陰地域では、直航経路と海外フィーダー経路において輸送日数が同じであっても直航経路の方が多く選択されており、運賃面や輸送の品質において直航経路の優位性が存在しており、この状況に平成20年から平成25年にかけて大きな変化がないことが推察された。

本研究の推計結果については、貨物割合の再現性は概ね良好な結果が得られたものの、一部に再現性の悪い部分も見られた。原因としては、総輸送日数の設定には港湾における諸時間など推測に基づく要素も含まれており、



現実を確実に反映しているものとは言い難い部分があること、また、モデルで考慮している総輸送日数や経路ダミー変数以外の要素がルート決定の要素に無視できない程度に寄与している可能性などが考えられる。前者については、総輸送日数を正確に把握することは輸送経路を完全に確認出来る統計資料がないため困難であるが、近海航路の輸送日数については、精緻化の余地がある。また、後者については、今回はモデルの簡潔さや作業の煩雑さを考慮して簡略化したが、既往の研究で比較的有意な説明変数である運賃を何らかの方法により実態に近い形で適切に設定することができれば精度向上を図ることは可能と考えられる。北陸・山陰地域における選択水準差が本来の水準差と異なると思われる結果となっていた点については、フィーダー航路における近海航路の輸送日数の精緻化や、運賃等を用いて複数の直航経路の並立を表現することで是正される可能性がある。また、現時点では、2時点において発地を西日本に限定した分析となっており、直航経路と海外フィーダー経路の選択水準差と輸送日数・運賃との関係性を十分に議論できるまでには至っていない。

以上を踏まえ、今後の課題としては、分析対象範囲の拡大、分析時点の追加、運賃（輸送費用を合理的に説明変数に加える方法を検討）をモデルの説明変数に追加するなど、より精度の高い港湾・経路選択モデルの構築を目指していきたい。

(2019年2月14日受付)

## 謝辞

NITASの使用にあたっては国土交通省総合政策局総務課（総合交通体系担当）にご協力頂きました。末尾ながら、ここに深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 渡部富博・樋口直人・森川正行(2000)：国際コンテナ輸送における荷主の港湾・ルート選択モデル～日本-北米西岸貨物について～, 土木計画学研究・論文集, No. 17, pp. 677-685.
- 2) 井山 繁・渡部 富博・後藤 修一(2012)：犠牲量モデルを用いた国際海上コンテナ貨物流動分析モデルの構築, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 68, No. 2, pp. I\_1181-I\_1186.
- 3) 佐々木友子・赤倉康寛・渡部富博(2017)：我が国とアジア・欧米地域との国際海上コンテナ貨物流動に関わる経路選択モデルの構築, 国土技術政策総合研究所資料, No. 943.
- 4) 木俣順・竹林幹雄(2018)：日本荷主の海上輸送ニーズの変化に関する考察-我が国発東南アジア向け輸出コンテナ貨物を対象とした3時点比較分析-, 運輸政策研究, pp. 1-9 (J-STAGE 早期公開版, 2018年11月29日) .
- 5) 石原圭・竹林幹雄(2010)：近海コンテナ輸送市場における発着港湾選択, 土木計画額研究・講演集, Vol. 41 CD-R.
- 6) 茅野宏人・石黒和彦(2014)：配船スケジュールを考慮した荷主の港湾選択行動分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) Vol. 70, No5, ppI\_789-I\_799.
- 7) 花岡伸也・石黒一彦・菊地竜也(2000)・稲村肇：業種別の貨物流動からみた国際コンテナ貨物取扱荷主の港湾選択行動分析, 土木計画学研究・論文集, No. 17, pp. 835-840.
- 8) 秋田直也・小谷通泰・松原寛仁・山本陽平(2003)：荷主の港湾選択要因と外貿コンテナ貨物の国内端末輸送実態の分析, 土木計画学研究・論文集, Vol. 20, No. 3, pp. 681-689.
- 9) 岡本直久(1999)：中核国際港湾整備の効果と今後の方向, 運輸政策研究, Vol. 2, No. 3, pp. 2-8.
- 10) 社団法人交通工学研究会(1993)：やさしい非集計分析
- 11) 社団法人土木学会(1995)：非集計行動モデルの理論と実際
- 12) 国土交通省港湾局(2009, 2014)：全国輸出入コンテナ貨物流動調査結果
- 13) 国土交通省総合政策局総務課（総合交通体系担当）：全国総合交通分析システム(NITAS) ver. 2. 4
- 14) 株式会社オーシャン コマース(2008, 2013)：国際輸送ハンドブック 2009・2014年版
- 15) 港湾事業評価手法に関する研究委員会編(2011)：港湾投資の評価に関する解説書 2011
- 16) 国土交通省(2006)：交通政策審議会第20回港湾分科会資料, 資料 1-2-1, pp. 2.
- 17) 社団法人日本港湾協会(2013)：2013年版数字でみる港湾
- 18) 岩永雅也・大塚雄作・高橋一男(2001)：社会調査の基礎, 財団法人放送大学教育振興会
- 19) 国土交通省(2016)：国際コンテナ戦略港湾政策 平成27年度 政策レビュー結果 (評価書)

付録-A

表-A.1 本研究における地方・地域・生産地区分とモデル適用対象県

地方	地域	生産地（ <u>斜体二重下線</u> はモデル適用対象県）
北海道		北海道
東北		青森県，秋田県，岩手県，宮城県，山形県，福島県，新潟県
関東	北関東	茨城県，群馬県，栃木県，埼玉県
	南関東	東京都，千葉県，神奈川県
中部	甲信	山梨県，長野県
	<u>北陸</u>	<u>福井県，富山県，石川県</u>
	東海	愛知県，三重県，静岡県，岐阜県
近畿		兵庫県，大阪府，滋賀県，京都府，奈良県，和歌山県
中国	<u>山陰</u>	<u>鳥取県，島根県</u>
	山陽	<u>岡山県，広島県，山口県</u>
四国	<u>瀬戸内</u>	<u>香川県，愛媛県</u>
		徳島県，高知県
<u>九州</u>		<u>福岡県，佐賀県，長崎県，大分県，熊本県，宮崎県，鹿児島県</u>
沖縄		沖縄県

※地方分類は，国土形成計画のブロック圏域に属する都府県に準じて設定

付録-B

○海上輸送日数算定プログラムの概要

【プログラムの概要】

- ・本研究において、多様な発着港間の海上輸送日数を精緻に算定するため、平成20年度・平成25年度のコンテナ流調データに対応する国際輸送ハンドブック2009・2014年版のデータベースを用いて任意の発着港ペア別海上輸送日数を算出するプログラム（EXCELマクロ）を作成

【対象データ】

- ・国際輸送ハンドブックの対象データは、我が国と北米間の輸送ルートで利用が想定される北米航路、東南アジア航路、極東航路、中国航路、台湾航路、韓国航路、ナホトカ航路の航路サービス一覧データ
- ・このうちウィークリーサービスを行っており、かつ、往航の曜日・所要日数値がデータ化されている航路サービスを対象（ウィークリーサービス以外の航路は曜日・所要日数値がデータ化されていないため対象外）
- ・復航の曜日・所要日数値はデータ化されていないため周回日数を用いて補足

【計算条件】

- ・ある発着港ペアにおいて、複数の航路サービスが認められる場合、それらのうちの最短輸送日数の航路サービスを基準とし、逸脱する便は荷主の経路選択において考慮されないものと捉え、外れ値検定（四分位範囲を利用したトリム平均検定）等を行い除外
- ・発着港ペア別平均海上輸送日数とは、外れ値を除外した任意の発着港ペアにかかる航路サービス別海上輸送日数の平均値（平均、最小、最大、標準偏差、分散も算出可）

【発着港ペア（任意設定可）】

- ・発着港ペアは、我が国と北米間の輸送ルート候補で経由する港湾を抽出
- ・国内港は全ての外貿コンテナ取扱港61港を選定
- ・海外トランシップ港及び北米港湾はコンテナ流調データから貨物量の多い港湾を選定

分類	港湾名
国内港湾 (61港)	伊万里港, 茨城港, 宇部港, 横浜港, 下関港, 岩国港, 境港, 金沢港, 釧路港, 熊本港, 御前崎港, 広島港, 高松港, 高知港, 今治港, 細島港, 堺泉北港, 三河港, 三池港, 三田尻中関港, 三島川之江港, 四日市港, 志布志港, 室蘭港, 酒田港, 秋田港, 小樽港, 小名浜港, 松山港, 新潟港, 神戸港, 水島港, 清水港, 石狩湾新港, 仙台塩釜港, 千葉港, 川崎港, 川内港, 大阪港, 大竹港, 大分港, 長崎港, 直江津港, 東京港, 徳山下松港, 徳島小松島港, 苫小牧港, 敦賀港, 那覇港, 博多港, 函館港, 八戸港, 八代港, 浜田港, 舞鶴港, 伏木富山港, 福山港, 北九州港, 名古屋港, 油津港, 和歌山下津港
海外トランシップ港(11港)	BUSAN, HONGKONG, SHANGHAI, TAIPEI, KWANGYANG, NINGBO, CHIWAN, KEELUNG, KAOHSIUNG, SINGAPORE, TANJUNG PELEPAS
北米港湾 (14港)	HOUSTON, LONG BEACH, LOS ANGELES, MIAMI, NEW YORK, OAKLAND, SAVANNAH, SEATTLE, TACOMA, VANCOUVER, NORFOLK, SABANNAH, CHARLESTON, EVERETT

【発着港ペアの組合せ数】

- ・発着港ペアの組合せ数は下表のとおり最大で1,679通り

組合せパターン		組合せ数
輸出	(船積港) 国内港湾 61 港 - (船卸港) 海外トランシップ 11 港	6 7 1
	(船積港) 国内港湾 61 港 - (船卸港) 北米港湾 14 港	8 5 4
	(船積港) 海外トランシップ港 11 港 - (船卸港) 北米港湾 14 港	1 5 4
合計		1, 6 7 9

表-B.1 2009年版国際輸送ハンドブックデータより算定した発着港ペア別平均海上輸送日数（輸出）

船積港	船卸港	BUSAN	CHARLES TON	HONGKONG	KAOHSIUNG	KEELUNG	LAEM CHABANG	LONG BEACH	LOS ANGELES	NEW YORK	NORFOLK	OAKLAND	SEATTLE	SHANGHAI	SINGAPORE	TACOMA	TANJUNG PELEPAS	YANTIAN
ABURATSU		1.0																
AKITA		2.5																
BUSAN			25.3					10.7	12.8	26.9	31.0	15.3	11.0			11.0		
CHIBA		3.0		8.0	7.0	5.0	13.0											
FUKUYAMA		2.0												4.7				
HACHINOHE		3.0			7.0	6.0								7.0				
HAKATA		1.0		5.4	3.5	2.5	10.1							1.0	10.0		12.0	5.0
HAKODATE		3.0												7.0				
HAMADA		1.0																
HIBIKI		1.0		6.0	4.0	3.0	10.0											
HIROSHIMA		2.0		7.0	5.0	3.5								3.7				
HONGKONG			29.0					14.2	13.3	28.5	27.8	17.1	14.2			16.9		
HOSOSHIMA		1.0			7.0	2.0												
IMABARI		1.0																
IMARI		2.0		7.0										19.0				
ISHIKARIWAN SHINKO		2.0																
IWAKUNI		1.0		7.0	4.0									3.0				
IYOMISHIMA		2.0																
KANAZAWA		2.0												10.0				
KAOSHUNG			26.0					15.5	14.3	26.3	26.0	16.4				16.0		
KAWASAKI		3.0		7.0	6.0	4.0									11.5			
KEELUNG												16.0						
KOBE		1.0	22.0	5.3	2.8	2.4	10.3	11.0	12.7	28.3	30.3	14.2	10.0	2.7	8.1	20.0	6.0	5.8
KOCHI		1.0																
KUMAMOTO		2.0																
KUSHIRO		4.0																
LAEM CHABANG									18.0	27.0	31.0	22.0	19.0					
MATSUYAMA		1.0			8.0	3.0								2.5				
MIIKE		1.0																
MIZUSHIMA		1.0		7.0	15.0	4.0								4.5				
MURORAN		2.0																
NAGASAKI		1.0																
NAGOYA		2.4		5.5	5.0	3.3	8.6	10.0	11.3	27.0	26.0	13.1	9.0	2.2	9.3	19.0	10.5	1.0
NAHA		4.0			11.0	6.0												
NAKANOSEKI		2.0			9.0	4.0								3.0				
NAOETSU		3.2																
NIIGATA		3.8			10.0	9.0								9.0				
OITA		1.0												2.0				
OMAEZAKI							8.0								12.6			
ONAHAMA		3.0												8.0				
OSAKA		1.0		5.6	3.7	2.4	11.1	10.2	13.0			14.5	16.0	2.8	12.6	20.0		8.0
OTAKE		1.0																
OTARU																		
SAKAIMINATO		1.0												11.0				
SAKATA		3.0																
SATSUMA SENDAI		2.0																
SENDAI		3.0			6.0	5.0			9.0			12.0		8.0				
SHANGHAI								13.6	13.3	28.9	30.1	17.4	13.2			14.0		
SHIBUSHI		2.3			10.0	5.0								3.0				
SHIMIZU		3.7		4.8	5.0	5.6	8.6		11.5			14.0	14.0	2.9	11.7	18.0		5.0
SHIMONOSEKI		1.0																
SINGAPORE								19.0	16.0	25.4	29.3	20.3	18.5					
TAKAMATSU		2.0												4.0				
TANJUNG PELEPAS									16.0							22.0		
TOKUSHIMA		3.0																
TOKUYAMA		1.0		4.8	3.3	2.3	9.0							3.0				6.0
TOKYO		3.2	21.0	2.5	3.7	3.7	8.5	9.0	10.0	28.3	29.3	11.9	8.0	3.6	10.7	7.0	8.0	4.0
TOMAKOMAI		3.6			8.0	7.0								8.0				
TOYAMA SHINKO		1.0												8.0				
TSURUGA		2.0																
UBE		1.0																
WAKAYAMA		1.0																
YANTIAN			30.6					14.2	13.4	27.7	28.4	17.5	14.6			18.8		
YATSUSHIRO		1.0		6.0														
YOKKAICHI		2.4		5.3	4.3	2.3	10.1	10.0				13.0		3.0	8.7		13.0	
YOKOHAMA		1.0		5.1	3.5	3.9	9.0	21.0	9.5	21.0	23.0	12.0	11.0	2.8	11.0		10.7	6.7

※空欄セルは、本プログラムの対象データ上において、発着港ペア間を航行する該当の航路サービスがないことを意味する

表-B.2 2014年版国際輸送ハンドブックデータより算定した発着港ペア別平均海上輸送日数（輸出）

船積港	船舶港	BUSAN	CHARLESTON	CHIWAN	HONGKONG	HOUSTON	KAOHSIUNG	KEELUNG	KWANGYANG	LONG BEACH	LOS ANGELES	MIAMI	NEW YORK	NINGBO	NORFOLK	OAKLAND	SAVANNAH	SEATTLE	SHANGHAI	SINGAPORE	TACOMA	TAIPEI	TANJUNGPEDAS	VANCOUVER
ABURATSU		1.0																						
AKITA		2.7							5.0															
BUSAN			29.9			22.0				12.5	12.4	26.4	28.5		31.6	16.6	27.1	11.8			13.0			13.3
CHIBA		3.0			7.1		6.1	4.6															24.0	
CHIWAN			35.2			27.0				16.0	17.0	30.8	32.0		32.0	17.8	33.5							
FUKUYAMA		1.0												4.0										
HACHINOHE		2.0							5.0					6.0					7.0					
HAKATA		1.0		4.0	3.0		3.0	2.0	2.0		13.0			3.9		16.0			1.0	11.0		2.0	11.0	
HAKODATE		4.0							7.0					8.0					9.0					
HAMADA		1.0																						
HIBIKI		1.0		5.0	14.0		4.0		2.0					4.0					5.0					
HIROSHIMA		1.0			7.0		4.6	3.0						3.0										
HONGKONG			35.3			28.0				15.8	15.4	31.9	31.4		34.0	19.6	31.9	19.1			16.0			19.3
HOSOSHIMA		1.0												3.0					4.0					
IMABARI		1.0																						
IMARI		3.0			7.0									18.0					3.0					
ISHIKARIWAN SHINK		2.0																						
IWAKUNI		1.0			7.0		4.0												3.0			3.0		
IYOMISHIMA		1.0																						
KANAZAWA		1.0							4.0															
KAOHSIUNG			33.7							13.0	16.4	27.0	31.3		34.9	18.3	32.3	21.0			18.5			
KAWASAKI		3.0			7.0				6.0					5.0					4.0	12.0				
KEELUNG									19.0							16.0								
KOBE		1.0	26.0	3.2	3.9		3.4	2.6	1.0	14.0	16.8	23.0	31.2	2.5	33.0	16.8	28.2	40.0	2.8	8.1	12.0	5.1		24.5
KOCHI		2.0																						
KUMAMOTO		1.0																						
KUSHIRO		4.0							7.0					8.0					9.0					
KWANGYANG										12.0	13.5					17.0		22.0			21.0			25.0
MAIZURU		3.0																	1.0					
MATSUYAMA		1.0					4.0	3.0											3.0					
MIIKE		1.0																	4.0					
MIZUSHIMA		1.0					7.0	5.0						5.0					4.3					
MURORAN		2.0							4.0															
NAGASAKI		1.0																						
NAGOYA		1.0		5.0			4.0	3.4	2.5	13.0	14.1		32.0	5.0	31.0	15.0	29.0	14.0	3.7	9.8	10.0	3.0	11.8	14.6
NAHA		7.0					7.0	6.0			19.0					22.0			5.0					
NAKANOSEKI		1.0					5.0	4.0											5.0					
NAOETSU		2.5							5.0										8.0					
NIIGATA		3.5							6.9										10.0					
NINGBO			35.1			25.0				14.8	14.8	35.2	29.8		32.1	18.5	32.1	16.7			11.8			15.6
OITA		1.0																	2.0					
OMAEZAKI																				7.0				
ONAHAMA		2.0							4.0					5.0					6.0					
OSAKA		1.0		6.0	5.3		3.7	2.8	2.4					3.0				16.0	3.0	9.8		5.4	16.0	18.0
OTAKE		1.0																						
OTARU																								
SAKAMINATO		1.0																	6.0					
SAKATA		2.0																	11.0					
SATSUMA SENDAI		1.0																						
SENDAI		2.5							5.0										3.0					
SHANGHAI			31.0			24.0				14.3	15.2	33.7	29.5		6.0		13.0		7.0					15.5
SHIBUSHI		2.0					6.0	5.0						2.0					3.0					
SHIMIZU		2.6			7.0		5.6	4.9	4.0	12.0				7.4		18.0		14.0	2.8	10.0		5.0		16.0
SHIMONOSEKI		1.0																						
SINGAPORE			30.8							21.0	21.6		24.5		28.3	25.5	28.9				23.0			20.0
TAIPEI											16.5		33.0			20.5	31.0				22.0			
TAKAMATSU									5.0					5.0					3.0					
TANJUNG PELEPAS			28.0									30.0	23.0		26.0		27.6	22.0			22.0			24.5
TOKUSHIMA		3.5																						
TOKUYAMA		1.0			5.0		4.0	3.0																
TOKYO		2.9	24.1	4.4	4.0		5.5	3.6	4.0	11.0	14.0	22.0	28.3	5.3	27.6	14.0	26.1	13.0	3.4	8.5	9.0	3.6	12.8	13.6
TOMAKOMAI		3.2							5.6					7.0					8.0					
TOYAMA SHINKO		2.4							4.5					6.0					2.0					
TSURUGA		1.0							3.0					4.0					5.0					
UBE		1.0																						
WAKAYAMA		1.0																						
YATSUSHIRO		1.0																	4.0					
YOKKAICHI		2.3			5.8		4.7	3.0	2.2										3.7	9.4		2.0	13.0	
YOKOHAMA		3.0		5.3	5.7		5.2	3.8	3.7	23.0	10.0		23.0	4.0	34.5	13.0	42.4		2.2	9.6	26.0	4.0	12.2	

※空欄セルは、本プログラムの対象データ上において、発着港ペア間を航行する該当の航路サービスがないことを意味する

国土技術政策総合研究所資料

No.1064

我が国の北米西岸コンテナ輸出における経路選択の分析  
～直航・海外フェーダー～経路の選択水準の差～

March 2019

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1064

March 2019

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

---

本資料の転載・複写のお問い合わせは  
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1  
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕  
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp