

東南アジア航路の国内寄港地集約に関するネットワーク分析

本稿では、東南アジア航路の西日本における寄港地集約についてネットワーク均衡分析による評価を試みる。船社による欧米基幹航路の寄港地集約と同様に、今後のターゲット市場であるASEANを中心とする東南アジア航路についても集貨効率性を求め拠点港へ集約する動きがある。本稿では、東南アジアコンテナ市場のうち、西日本発のベトナム向けコンテナ貨物をケーススタディーとしてbi-levelモデル型のネットワーク均衡分析を適用し、ベトナム航路を阪神港に集約したケースについてシミュレーションを行った。その結果から、寄港地集約は阪神港の集貨に有効であるものの、海外トランシップ利用の増大や荷主の効用低下を招く可能性があることを示した。

キーワード | コンテナ, 東南アジア航路, ネットワーク均衡分析, 荷主の効用

木俣 順
KIMATA, Jun

修士(工学) 中央復建コンサルタンツ株式会社総合技術本部副本部長

竹林幹雄
TAKEBAYASHI, Mikio

博士(工学) 神戸大学大学院海事科学研究科教授

1—はじめに

2000年代に入って以降の日本の港湾政策の主たる対象は、欧米コンテナ基幹航路であり、東西日本の拠点港として京浜港、阪神港を国際コンテナ戦略港湾に指定、基幹航路貨物の集約による基幹航路の維持・拡大を進めている^{1), 2)}。

一方近年はASEANを中心とする東南アジア地域の経済成長が著しく、地域全体としてみれば我が国のGDPに迫る勢いを示している。既に経済発展を遂げた東アジアと比べ欧州にも近く、豊富で安価な労働力の確保が可能な東南アジア地域への我が国企業の進出も引き続き増加する見込みであり、我が国産業にとっての戦略的な生産拠点地域となることが想定される。加えてeコマースの進展などに伴い高品質・高付加価値の日本製品の輸出先としての重要性も高まると見込まれており、今後の成長市場として我が国との貿易も増加していくと想定されている。実際、日本発東南アジア向け輸出コンテナ貨物量は2006年に北米向け貨物量を上回り、近年も堅調に増加しており、ASEANを中心とする東南アジアコンテナ市場は今後の海上輸送における成長市場として着目されている。

この成長市場に対して、中国の「一帯一路」政策のように、アジア近隣諸国も戦略的に海外港へのネットワーク拡充を図っており、我が国としても東南アジア諸国との互恵関係のもと、我が国産業にとって効率的で迅速、信頼性の高い航路網を構築していく必要がある。こうした背景のもと、国も港湾の中長期政策「PORT 2030」³⁾において、施策

の方向性の1番目に東南アジア航路の強化を掲げている。

このように重要性が増している東南アジア航路であるが、船社は最近、欧米基幹航路と同様に寄港地を絞り込む動きがみられる。一方、阪神港をはじめとする国内各港も東南アジア航路の誘致・拠点港化^{例えば4)}などに努めていることも相まって寄港地の集約が進んでいる。

しかし、著者らの先行研究⁵⁾によると東南アジア航路の経路選択における荷主の最大要因は仕出港までの時間的・費用的国内輸送コストであるとされており、地方によっては国内輸送距離が増大する国内寄港地の集約は荷主の効用低下をもたらすのではないかという懸念がある。

寄港地が変化すれば当然荷主の輸送経路選択も変化するが、貨物の集貨状況が変化すればそれに対応して船社も航路体系を変えるため、このような問題を分析するためには、荷主と船社、両者の行動をインタラクティブに考慮する必要がある。

そこで本稿では、東南アジアコンテナ市場のうち、ケーススタディーとして西日本発のベトナム向け輸出コンテナ貨物を対象に荷主と船社の行動を反映できるbi-levelモデル型のネットワーク均衡分析を適用し、仮にベトナム航路が阪神港に集約された場合についてシミュレーションを行い、集貨の変化と荷主の効用について分析を試みる。

2—研究の方法

2.1 既往研究のレビュー

国際コンテナ戦略港湾政策、すなわち欧米基幹航路の

戦略港湾への集約については、多くの既往研究(例えば6)などがあるが、東南アジア航路を対象に寄港地集約の良否を論じようとしているところに本稿の新規性がある。

分析手法について、荷主と船社の取引をベースとした分析は、これまでも多数の研究結果が蓄積されている。例えば、Kurodaら⁷⁾は、船社と荷主の行動からなる均衡モデルを提案している。このモデルは、海上輸送時間、費用、容量制約に起因する輻輳を要因とする決定論的な利用者均衡モデルである。また、柴崎ら⁸⁾は、輸送経路をより詳細に記述した船社群と荷主による均衡モデルを提案している。このモデルは、大規模ネットワークを対象とし、主として複雑な輸送経路の再現を目指している。航空輸送の分野でも輸送サービス提供主体と利用主体間の行動分析がなされている。Takebayashi (2013)⁹⁾は、航空会社の制御変数や乗客の行動として、ネットワーク形状、航空運賃、運航頻度を扱うことができるbi-levelの航空輸送市場モデルを提案している。本稿は、東南アジア航路を阪神港に集約した場合の集貨の変化と荷主の効用について分析することを目的としている。対象航路の輸送特性を考えると、複雑なループ形態を取る輸送経路の再現よりもむしろ輸送頻度で表現されるリンクベースの輸送経路として扱うことが数値計算上望ましく、実際の輸送にも近いと考えられる。そのため、ここではbi-levelのネットワーク均衡モデルをコンテナ輸送市場に適用することとする。

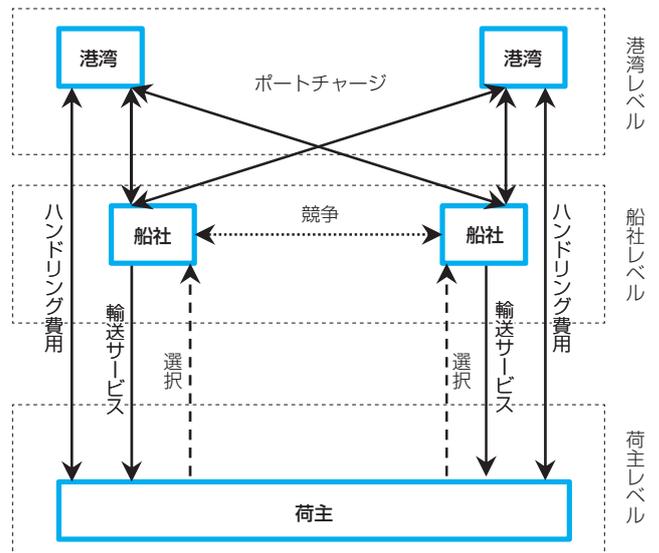
2.2 bi-levelモデルの概要

bi-levelモデルとは、港湾、船社、荷主の3種類の主体から構成されるコンテナ輸送市場を、船社による寄港港湾の選択と荷主による輸送サービスの選択の2つのレベルの意思決定からなると捉えるモデルである。

bi-levelコンテナ輸送市場モデルの概念を図-1に示す。図に示すように、このモデルは、港湾レベル、船社レベル、荷主レベルの3層からなる。

上層は港湾のレベルであり、港湾当局は、船社に対するポートチャージと荷主に対するハンドリング費用を政策手段として有する。中層は船社のレベルであり、リンクの運賃とサービス頻度を調整することで運賃収入を最大化しようと船社同士が競争している。下層は荷主レベルであり、荷主は一般化費用が最小になるように貨物の輸送経路ルートを選択する。

Takebayashi (2011)¹⁰⁾は、航空会社が先決、乗客が追従して行動する航空輸送市場のbi-levelモデルであるが、航空会社は運航頻度を制御し、乗客は機材の容量制約による混雑を考慮した上で最適なルートを選択すると仮定したモデルとなっており、容量制約が利用者側の問題として定式化されている点が特徴である。本稿の対象であるコン



注：実線は金銭またはサービスの流れ（運賃及び頻度）を示す。両矢印実線は港湾が提示する料金を、ユーザー（船社及び荷主）が支払うことを示す。片矢印実線は船社による輸送サービスの提供を示す。破線は荷主の行動を意味する。片矢印破線は荷主が船社を選択して運賃を支払うことを示す。点線は港湾間の関係を示す。

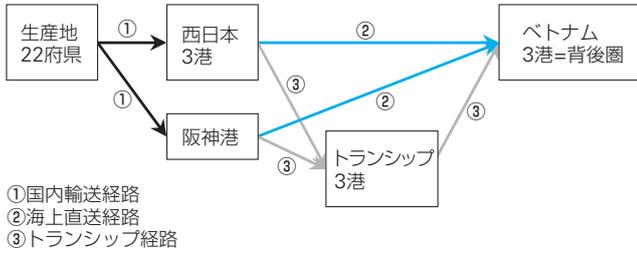
■図-1 bi-levelコンテナ輸送市場モデルの構造概念

テナ輸送市場における運賃は、短期的変動も考えられるものの、公表されている数値には大きな変動がないため、一定として分析した方がわかりやすいと考えられる。そのため、ここではTakebayashi (2011) のモデルを援用することとする。

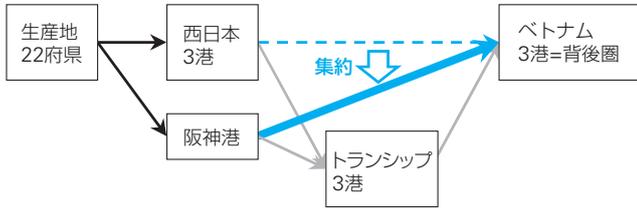
2.3 研究の方法

まず、西日本-ベトナム間のコンテナ貨物流動を対象に2.2節で概説したbi-levelのネットワーク均衡分析モデルを用いたシミュレーションモデルを構築する。再現年次は直近の全国輸出入コンテナ貨物流動調査¹¹⁾(以下「コンテナ流調」)の調査年次に合わせ2013年とする。本稿は、現在西日本各港に寄港している直送ベトナム航路を阪神港に集約した場合の影響を分析するものであるため、コンテナ流調上、直送実績のある西日本4港(阪神港、水島港、広島港、北部九州港)とベトナム3港(ホーチミン港、ハイフォン港、ダナン港)から構成される直送ネットワークを骨格とする。なお、この3港はコンテナ流調におけるベトナム港湾の区分であり、例えばカイメップ港の取り扱いにはホーチミン港に含まれるものと考えられる。また、直送に加え、釜山港、深圳港、高雄港での接続も考慮し、このトランシップ3港も対象とする。なお、かつては香港港でのトランシップも多かったが、近年は減少し、コンテナ流調によると釜山港等の4分の1以下の取り扱いしないため、ここでは考慮していない。モデル化する輸送ネットワークは、図-2に示す西日本22府県とベトナム3港背後圏を結ぶ以下の経路から構成するものとする。

- ①国内輸送経路(陸上又は海上):生産・消費地22府県-西日本4港



■図—2 ネットワークモデル（輸出の場合）



■図—3 阪神港への航路集約ケース（輸出の場合）

- ②海上直送経路：西日本4港－ベトナム3港
- ③トランシップ経路：西日本4港－トランシップ3港－ベトナム3港

次に、現況（基本ケース）と西日本諸港のベトナム航路が阪神港に集約された場合（集約ケース、図—3）について、シミュレーションする。集約ケースについては、阪神港以外の西日本3港に就航しているベトナム航路が阪神港に付け替えられたケースとする。集約ケースのサブケースとして、特定船社（邦船系）のみが航路を集約した場合（集約ケース①）、全船社が航路を集約した場合（集約ケース②）についてシミュレーションを行う。また、参考ケースとして、港湾間の広域連携・協調による役割分担を想定して、阪神港へ航路誘致しつつ一部航路は他の特定の西日本港と役割分担を図った場合（集約ケース③）についてもシミュレーションを行う。

最後に、シミュレーション結果から現況と東南アジア航路が集約された場合の比較分析を行う。シミュレーションから算出される各港湾の取扱貨物量、寄港頻度、地域ごとの荷主の効用を比較することで仮に東南アジア航路が集約された場合の集貨の変化と荷主の効用変化について分析する。

3——ベトナム航路シミュレーションモデルの構築

3.1 適用したネットワーク均衡分析モデルの概要

本稿では、2章で概説したように航空輸送において適用が進んできたbi-levelモデルを海上輸送に適用する。

詳細はTakebayashi¹⁰⁾に譲るが、bi-levelモデルの特徴は基本的にリンクベースの輸送ネットワーク構成問題になっている点である。海上輸送においては、航路とは複数の港湾をループするものであるなど航空輸送とはネット

ワーク構造が異なるものの、貨物自体は2地点間を移動していると考えれば、構造的に等価なものと置き換えることが可能である。以下にその概要を述べる。

(1) 船社

船社は互いに競争状態にあり、自社の利潤の最大化を目的として、輸送能力を調整するものとする。ここでは、港湾間の運賃と投入船型を所与とし、輸送頻度のみを制御変数と仮定している。

船社 n が運航するリンクを l^n 、ODを rs (r :発地, s :着地)、リンクの輸送頻度と投入船型を f_l^n, v_l^n 、その運賃と運航費用を p_l^n, C_l^n とすると、船社 n の利潤最大化問題は以下のように定式化できる。

$$\max_{f_l^n} : \pi^n = \sum_{l^n} (p_l^n \sum_{rs} \sum_k x_k^{rs} \delta_l^{rsk} - f_l^n C_l^n) \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{rs} \sum_k x_k^{rs} \delta_l^{rsk} \leq v_l^n f_l^n, \text{ for } \forall l^n \quad (2)$$

$$f_l^n \geq 0, \text{ for } \forall l^n \quad (3)$$

ここで、 x_k^{rs} は rs OD市場において第 k 番目経路で輸送される貨物量、 δ_l^{rsk} は rs OD市場において第 k 番目経路でリンク l^n が利用される場合は1、それ以外はゼロをとる2値変数である。式(1)は目的関数、式(2)は各リンクの輸送容量制約、式(3)は輸送頻度の非負条件である。

(2) 荷主

荷主は貨物ごとに独立して存在するものとする。荷主は自己の一般化費用を最小化するように行動する。ただし、輸送上の容量制約が存在するため、貨物フローには均衡状態が存在するものとする。さらに荷主の指向性にはばらつきがあるものとして、確率的利用者均衡状態を仮定する。

このような容量制約付き確率的利用者均衡配分は以下のようになる^{10), 12)}。

$$\min_{x_k^{rs}} : \Gamma = \frac{1}{\theta} \sum_{rs \in \Omega} \sum_{k \in K^{rs}} x_k^{rs} (\ln x_k^{rs} - 1) + \sum_{rs \in \Omega} \sum_{k \in K^{rs}} u_k^{rs} x_k^{rs} \quad (4)$$

Subject to:

$$\sum_{k \in K^{rs}} x_k^{rs} = X^{rs}, \forall rs \in \Omega \quad (5)$$

$$x_l^n = \sum_{rs} \sum_k x_k^{rs} \delta_l^{rsk} \leq v_l^n f_l^n, \forall l^n \in I^n, n \in N \quad (6)$$

$$x_k^{rs} \geq 0, \text{ for } \forall k \in K^{rs} \text{ and } rs \in \Omega \quad (7)$$

ここで、 θ は分散パラメータ(1として推定)、 u_k^{rs} は rs OD市場における第 k 番目経路の一般化費用、 X^{rs} はODフロー、 Ω はODペアの集合、 K^{rs} は経路集合、 I^n はリンク集合、 N は船社集合である。式(4)は目的関数、式(5)はODフロー保存則、式(6)は各リンクの輸送容量制約、式(7)は経路フローの非負条件である。なお、船社における容量制約は

荷主が混雑に対して能動的な経路選択を行うものと考えれば、船社側の制約は荷主側の最適行動で自動的に満たされることとなる。

(3) 港湾

港湾は分析の構造上、能動的なプレーヤーとしては設定しない。評価関数のみ設定する。港湾 h におけるポートチャージ ρ_{ϕ}^h 、ハンドリング費用 ρ_{δ}^h は、それぞれ船社の運航費用 C_{μ} と荷主の一般化費用 u_k^{rs} に反映される。

(4) 国内輸送

各荷主に対して貨物の国内生産・消費地と国内港湾間の接続の有無、運賃、所要時間を設定する。

(5) 代替経路

荷主の行動モデルにおいて任意の条件で均衡を得るためには、サービスレベルに対して貨物フローが弾力的である必要がある。需要に弾力性があるとする場合、一般的には“輸送しない”という選択肢を設定する。しかし、本稿の数値計算では既往研究^{9), 12)}に従い、貨物の発着地間に“輸送しない”という選択肢の代わりに代替経路を設定する。この構造により、対象ネットワークでのサービスレベルが低下すれば代替経路の貨物フローが増加し、対象ネットワークで輸送される貨物量そのものが減少する。このような代替経路を設定することにより、ネットワークのサービスレベルに応じた需要の弾力性を表現する。

3.2 シミュレーションモデルの概要

ここでは、図一2で示した西日本-ベトナム間のコンテナ輸送ネットワークを対象とし、3.1節で概説したネットワーク均衡分析モデルを用いて、シミュレーションモデルを構築する。

モデル化する輸送ネットワークは、前述の図一1に示す①国内輸送経路（国内生産・消費地-西日本4港）、②海上直送経路（西日本4港-ベトナム3港）、③トランシップ経路（西日本4港-トランシップ3港-ベトナム3港）から構成される。

①については、生産・消費地22府県-西日本4港間においてコンテナ流調上、輸送実績がある経路にリンクを設定する（表一1）。各リンクの国内輸送費用（円/TEU）及び国内輸送時間（時）は、国土交通省が開発した総合交通分析システム（NITAS）¹³⁾の物流モード（陸上・海上のうち一般化費用最小）を用いて設定する。

②についても、西日本4港-ベトナム3港間においてコンテナ流調上、直送実績がある経路にリンクを設定する。

③については、②のリンクの発着港湾ペアに対し、コンテナ流調上、釜山港、深圳港、高雄港でのトランシップ輸送実績がある場合、西日本4港-トランシップ3港及びトランシップ3港-ベトナム3港のリンクを設定する。

■表一1 国内輸送経路（①）のリンクの設定

	阪神港	水島港	広島港	北部九州港
滋賀県	1			
京都府	1			
大阪府	1	1		1
兵庫県	1	1		
奈良県	1			
和歌山県	1			1
鳥取県	1			
島根県	1			
岡山県	1	1		
広島県	1	1	1	1
山口県	1			1
徳島県	1			
香川県	1	1		
愛媛県	1			
高知県	1			
福岡県	1			1
佐賀県				1
長崎県	1			1
熊本県	1			1
大分県	1			1
宮崎県	1			1
鹿児島県	1			1

1: リンクあり

②、③の各リンクの輸送サービスは、運航実績を踏まえ設定する5つの船社（邦船系、韓国・中国系、台湾・香港系、ASEAN系、欧米系）により提供されるものとする。各リンクの海上輸送時間（時）及び輸送頻度（便/月）は、国際輸送ハンドブック¹⁴⁾から船社ごとに設定する。表一2に②、③の各リンクに設定した船社別輸送頻度を示す。また、海上輸送費用（円/TEU）については、ジェットロ資料¹⁵⁾を参考に設定する。なお、本稿で適用するbi-levelモデルはリンクベースであるが、コンテナ船は実際に各港をループして運航しており、各港では投入船型目一杯の貨物量を扱うことができない。そのため、西日本4港それぞれで航路ごとの1便当たりの積み卸し実績の平均値（TEU/便）を求め、若干のマージンをみて1の位を切り上げたものを1便当たり容量（TEU/便）とすることによりリンクベースの表現としている。なお、この設定方法により最小の容量は10TEU/便となっている。各船社の運航費用は、船社ごとの平均投入船型、平均輸送距離から国土交通省のB/Cマニュアル¹⁶⁾を参考に設定する。

港湾におけるポートチャージ（円/便）及びハンドリング費用（円/TEU）は、②・③の運航費用及び海上輸送運賃に含まれているとしてここでは設定していない。

また、3.1 (5) で説明した代替経路もODごとに設定している。これにより実現するODフローは、サービスレベルに対して弾力的に変化することになる¹²⁾。輸送実績のある直送経路及びトランシップ港経由経路は全て①、②、③のリンクとしてモデル化しており、現況再現を確保するため、代替経路の輸送時間、輸送費用に関しては、実績経路より

■表—2 海外直送経路 (②) とトランシップ経路 (③) の輸送頻度の設定

単位：便/月

	ホーチミン港				ハイフォン港				ダナン港	釜山港			深圳港				高雄港			
	邦	韓	台	A	欧	邦	韓	台	欧	台	邦	韓	台	邦	韓	台	A	台	A	欧
阪神港	29		22.5	8	6	5		18.5	2	4	33.5	48	28	47	8	6	4	67.5	9	12
水島港			4							4	4	24						4		
広島港								4			8	28								
北部九州港	4		14.5					14.5		4	5	48	12					3.5		4
釜山港	4	32	8				2	12												
深圳港		2	24	4		8	16	16												
高雄港			22.5	4	2			25.5	2											

青字：直送航路、灰色字：トランシップ経路
 邦：邦船系船社、韓：韓国・中国系船社、台：台湾・香港系船社、A：ASEAN系船社、欧：欧米系船社

■表—3 ODフローの設定 (輸出入)

単位：TEU/月

	ホーチミン	ハイフォン	ダナン	合計
滋賀県	102	78	7	187
京都府	20	73		93
大阪府	1,182	566	3	1,751
兵庫県	1,589	539	12	2,140
奈良県	37	13		50
和歌山県	29	29	10	67
鳥取県	16	47	8	71
島根県	30	6		36
岡山県	283	50	1	334
広島県	132	100	60	292
山口県	420	89	0.1	509
徳島県	14	24		38
香川県	12	1	0.5	13
愛媛県	102	119	4	225
高知県	0.2			0
福岡県	232	206	4	442
佐賀県	18	2		20
長崎県	8	22		30
熊本県	4	28		32
大分県	6	85		91
宮崎県	15	1		16
鹿児島県	3	4		7
合計	4,254	2,082	110	6,446

コスト高ではあるが、取り得る可能性はあるトランシップ港 (ここではシンガポール港) 経由経路を代表として設定している。

ODフローは、コンテナ流調から図—2に示すネットワークに対応する貨物流動を抽出したものとす。具体的には、西日本各地とベトナム3港背後圏間を流動する貨物のうち、国内仕向・仕出港が西日本4港を利用して直送される貨物流動と、釜山港又は深圳港、高雄港で接続して西日本4港を国内仕向・仕出港とする貨物流動を抽出して設定する。なお、コンテナ流調での貨物流動量の単位はフレートトン/月であるため、港湾統計¹⁷⁾を用いてTEU/月に換算する。設定したODフローのうち輸出入分を表—3に示す。これによると、ベトナム向け輸出コンテナ貨物の大半はホーチミン向け、ハイフォン向けであること、これらの貨物の主な生産地は兵庫県、大阪府であるが、ダナン向けに限ると広島県発の貨物量が卓越していることがわかる。

■表—4 荷主の経路選好パラメータ

説明変数	パラメータ	t値
国内輸送時間 (時)	-1.873×10^{-1}	-22.548
海上輸送時間 (時)	-2.760×10^{-3}	-3.781
輸送頻度逆数 (月/便)	-3.284	-3.765

自由度調整済み尤度比 $d^2 = 0.2712$
 出典：木俣順・竹林幹雄⁴⁾

荷主の経路選好に関するパラメータは、著者らの先行研究⁵⁾において構築した東南アジア航路選択モデルのパラメータを用いる。この先行研究では、日本発東南アジア向け直送輸出コンテナ貨物を対象に集計ロジット型の経路選択モデルを構築し、2013年のODフロー (コンテナ流調)、経路データ (国際輸送ハンドブック) を用い、最尤推定法によりパラメータ推定を行っており、t値、自由度調整済み尤度比ともに良好なパラメータとして表—4を得ている。

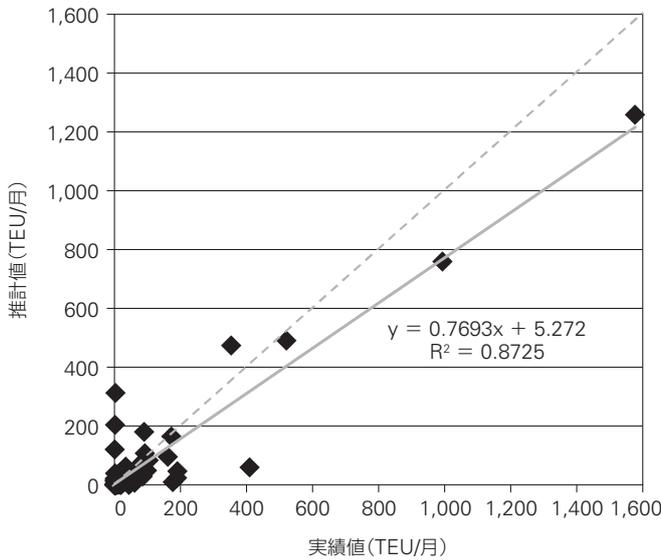
3.3 現況再現性の検証

3.2節で構築したシミュレーションを用いて数値計算を行った現況再現結果を以下に示す。

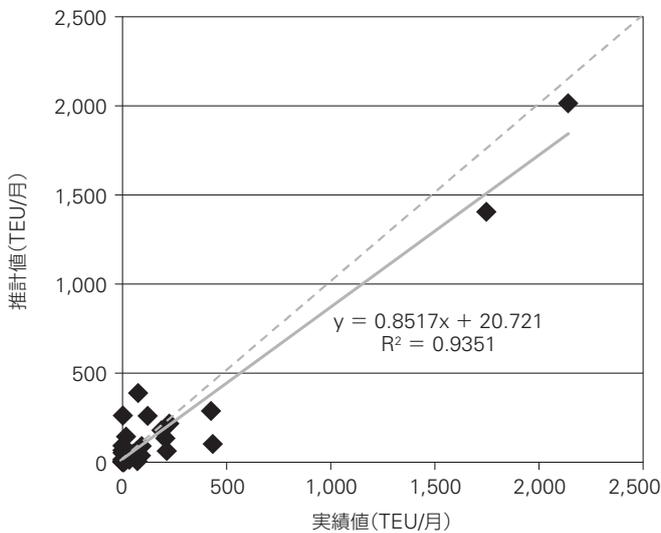
まず、輸出経路 (国内生産地—西日本各港—(トランシップ港)—ベトナム各港:代替経路も含めて301経路) の再現性を図—4に示す。これによると、コンテナ流調の実績値とモデルによる推計値の相関式の傾きは0.769と若干過小推計であるが、相関自体は $R^2=0.873$ と良好であり、西日本発ベトナム向け輸出コンテナ貨物流動の挙動は一定程度再現できていると言える。

本稿は、仮にベトナム航路が阪神港に集約された場合の荷主の効用変化を論じることを目的としているため、国内輸出港の選択の再現性が重要である。そこで、輸出港選択動向 (生産地—西日本各港:代替経路も含めて60選択肢) の再現性を図—5に示す。これによると、コンテナ流調の実績値¹¹⁾とモデルによる推計値の相関式の傾きは0.852、相関も $R^2=0.935$ と前述の輸出経路の再現性よりも良好であり、西日本発ベトナム向け輸出コンテナ貨物の輸出港選択動向は相当程度再現できていると言える。

次に、各港の仕向港別取扱貨物量の再現性 (西日本各



■図一4 輸出経路の再現性



■図一5 輸出港選択動向の再現性

港-ベトナム各港・トランシップ各港:17航路)を検証する。3.2節で述べたように用いたパラメータは直送貨物を対象に推定しており、ここでは直送航路の再現性を確認する。表一5に示すように、コンテナ流調の実績値¹¹⁾とモデルによる推計値を比較すると、北部九州港からホーチミン港へ直送輸送されている貨物流動が実績よりも3.7倍過大に推計されている。また、阪神港から釜山港、深圳港でトランシップしてベトナム各港に輸送される貨物流動も過大に推計されている。しかしながら、他の直送航路についてはオーダーとしては概ね再現できていると言える。図一6によると、実績値と推計値の相関式の傾きは0.765と輸出経路の再現性と同程度の過小推計であるが、相関は $R^2=0.916$ と良好であり、各港の直送貨物量の動向は一定程度再現できていると言える。

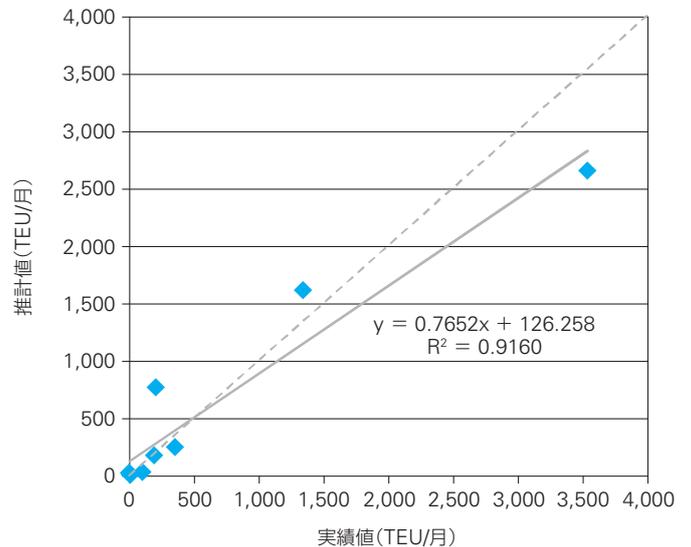
以上は、貨物流動の再現であるが、本モデルでは船社の行動も反映できることが特徴であり、表一6に各港の仕向港別輸送頻度の再現性(西日本各港-ベトナム各港・ト

■表一5 国内輸出港別仕向港別取扱貨物量の再現性

単位: TEU/月

国内輸出港	仕向港	実績値	推計値
阪神港	ホーチミン港	3,535	2,654
	ハイフォン港	1,342	1,613
	ダナン港	103	30
	釜山港	15	317
	深圳港	38	150
水島港	高雄港	435	118
	ホーチミン港	192	174
	ダナン港	3	26
広島港	釜山港	36	57
	高雄港	2	9
	ハイフォン港	10	7
北部九州港	釜山港	61	1
	ホーチミン港	208	771
	ハイフォン港	355	252
	ダナン港	4	10
代替経路	釜山港	72	60
	高雄港	36	29
	合計	—	169
合計		6,446	6,446

青字: 直送航路, 灰色字: トランシップ航路



■図一6 国内輸出港別仕向港別直送航路の取扱貨物量の再現性

ランシップ各港:17航路)を示す。表一6に示すように、国際輸送ハンドブックの実績値¹⁴⁾とモデルによる推計値を比較すると、トランシップ航路が過小推計されている。これは3.3節で述べたように1便あたりの容量の最低値を10TEU/便としており、これがトランシップ航路にとっては過大であるためである。しかしながら、直行航路はオーダーとしては概ね再現できていることがわかる。図一7に示すように直送航路の輸送頻度については、実績値と推計値の相関式の傾きは0.741と過小推計ではあるが輸出経路と同程度の再現性はあり、 $R^2=0.722$ と一定の相関があると言える。

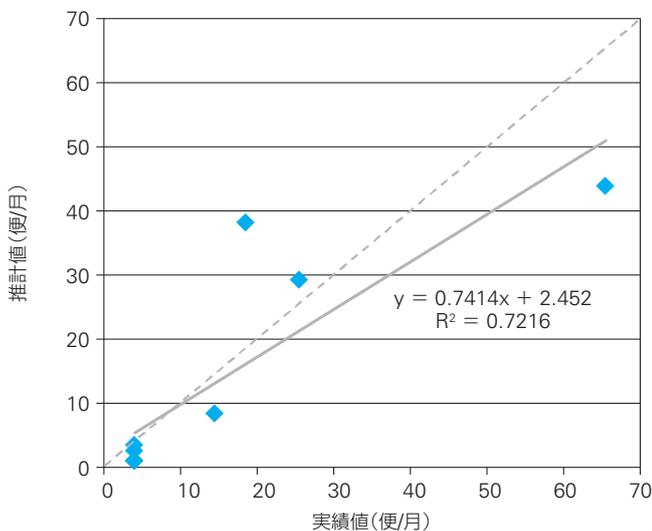
このように、本章で構築したモデルは、貨物量、輸送頻度ともに全体としては過小推計の傾向があるとともに、トランシップ経路を中心に若干課題のあるシミュレーション

■表一六 国内輸出港別仕向港別輸送頻度の再現性

単位：便/月

国内輸出港	仕向港	実績値	推計値
阪神港	ホーチミン港	65.5	43.9
	ハイフォン港	25.5	29.3
	ダナン港	4.0	1.0
	釜山港	109.5	45.8
	深圳港	119.0	29.6
	高雄港	88.5	13.3
水島港	ホーチミン港	4.0	3.5
	ダナン港	4.0	2.6
	釜山港	28.0	11.3
	高雄港	4.0	2.2
広島港	ハイフォン港	4.0	1.0
	釜山港	36.0	2.0
北部九州港	ホーチミン港	18.5	38.2
	ハイフォン港	14.5	8.4
	ダナン港	4.0	1.0
	釜山港	110.0	22.6
	高雄港	34.5	8.1

青字：直送航路、灰色字：トランシップ航路



■図一七 国内輸出港別仕向港別直送航路の輸送頻度の再現性

モデルである。一方、本稿の主たる対象は直送航路の集約による輸出港選択の変化である。その点では、輸出港選択に関する実績と推計の相関は高く、挙動の再現性は一定程度担保されており、本稿の目的には十分耐えうるモデルである。よって次章以降においては、前記のようなモデル特性を踏まえつつ本章で算出した現況再現推計値を基本ケースとして分析を行うものとする。

4——ベトナム航路集約の集貨への影響と荷主効用に関する分析

4.1 集約ケース①：邦船系ベトナム航路の阪神港集約

4.1.1 集貨への影響

まず、西日本各港に就航している邦船系ベトナム航路が阪神港に集約されたケースについてシミュレーションする。

■表一七 集約ケース①（邦船系ベトナム航路の阪神港集約）における輸送頻度の初期値

単位：便/月

	ホーチミン港					ハイフォン港				ダナン港
	邦	韓	台	A	欧	邦	韓	台	欧	台
阪神港	29		22.5	8	6	5		18.5	2	4
水島港			4							4
広島港								4		
北部九州港			14.5					14.5		4

注：トランシップ航路は表-2から変更なし

灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

邦：邦船系船社、韓：韓国・中国系船社、台：台湾・香港系船社、A：ASEAN系船社、欧：欧米系船社

表一七に示したように、基本ケースでは邦船系船社は、ホーチミン航路を阪神港に29便/月、北部九州港に4便/月、ハイフォン航路を阪神港に5便/月寄港させている。このうち北部九州港に寄港しているホーチミン航路4便/月を阪神港に付け替えるとともに、北部九州港には邦船系ベトナム航路が寄港できないように制約をかけて均衡計算を行う。なお、付け替えを行う北部九州港便は阪神港にも寄港している便であり、航路付け替えは、阪神港の便数の増加ではなく、北部九州港便のリンク容量（20TEU/便）を阪神港のリンク容量（60TEU/便）に加えること（80TEU/便）で表現している。海外寄港地は変わらないため、各リンクの海上輸送時間は変化させていない。付け替え後の輸送頻度の初期値を表一七に、均衡計算を行った結果を表一八、表一九、表一〇に示す。

表一八によると、阪神港における直送、海外トランシップを合わせたベトナム向け輸出の総取扱貨物量は、4,882TEU/月から5,160TEU/月と5%以上増加する。邦船系直送航路の寄港を制約した北部九州港のホーチミン港向け直送貨物量は60%以上減少する。一方、阪神港のホーチミン港向け直送貨物量は増えるものの、それに比肩するぐらい北部九州港、阪神港からのトランシップ航路貨物量も増加している。水島港のホーチミン港向け直送貨物量や代替経路の貨物量も増加している。

表一九によると、北部九州港のホーチミン航路便数が邦船系航路削減分を上回って著しく減少する一方、阪神港のホーチミン航路便数は微増に留まり、北部九州港の釜山航路便数が倍増していることがわかる。表一〇に示すように、釜山港-ホーチミン港の貨物量が50%程度増加していることから、北部九州港のホーチミン直送航路の削減は、ホーチミン向け輸出コンテナ貨物の釜山港トランシップへの転換をもたらしたと考えられる。

阪神港からみると上記の結果は、邦船系ベトナム航路の阪神港への誘致は、航路集約が進んだ場合、阪神港の貨物増大にそれなりの効果はあるが、釜山港等へのトランシップ貨物の増大ももたらし、直送貨物の増大策としては効果的な集貨方策とは言えない可能性がある。

■表—8 国内輸出港別仕向港別取扱貨物量の増減

単位：TEU/月

国内輸出港	仕向港	基本	集約	増減
阪神港	ホーチミン港	2,654	2,841	187
	ハイフォン港	1,613	1,603	-10
	ダナン港	30	30	0
	釜山港	317	354	37
	深圳港	150	182	32
	高雄港	118	150	32
水島港	ホーチミン港	174	207	33
	ダナン港	26	24	-2
	釜山港	57	66	9
	高雄港	9	11	2
広島港	ハイフォン港	7	7	-0
	釜山港	1	1	0
北部九州港	ホーチミン港	771	279	-493
	ハイフォン港	252	247	-5
	ダナン港	10	10	0
	釜山港	60	178	119
代替経路		169	208	39
	合計	6,446	6,446	-0

青字：直送航路、灰色字：トランシップ航路
 灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

■表—9 国内輸出港別仕向港別輸送頻度の増減

単位：便/月

国内輸出港	仕向港	基本	集約	増減
阪神港	ホーチミン港	43.9	45.2	1.4
	ハイフォン港	29.3	28.4	-0.9
	ダナン港	1.0	1.0	0.0
	釜山港	45.8	50.7	4.9
	深圳港	29.6	34.2	4.7
	高雄港	13.3	16.3	3.0
水島港	ホーチミン港	3.5	4.1	0.7
	ダナン港	2.6	2.4	-0.2
	釜山港	11.3	12.9	1.6
	高雄港	2.2	2.3	0.2
広島港	ハイフォン港	1.0	1.0	-0.0
	釜山港	2.0	2.0	0.0
北部九州港	ホーチミン港	38.2	13.8	-24.4
	ハイフォン港	8.4	8.2	-0.2
	ダナン港	1.0	1.0	0.0
	釜山港	22.6	44.1	21.5
	高雄港	8.1	9.7	1.6

青字：直送航路、灰色字：トランシップ航路
 灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

■表—10 トランシップ港別仕向港別取扱貨物量の増減

単位：TEU/月

トランシップ港	仕向港	基本	集約	増減
釜山港	ホーチミン港	342	500	158
	ハイフォン港	93	100	7
深圳港	ホーチミン港	118	149	30
	ハイフォン港	31	33	2
高雄港	ホーチミン港	105	152	47
	ハイフォン港	51	57	6

4.1.2 荷主効用の分析

ここでは、邦船系ベトナム航路の阪神港への集約による荷主効用の変化について分析する。荷主の効用変化は、均衡分析で得たログサム変数から算出する（無次元）。算出した荷主の効用変化を表—11に示す。

表—11によると、山口県を中心にホーチミン向け輸出荷主の効用が大きく低下し、全体の効用も低下している。表—12に示す山口県発ホーチミン向け輸出コンテナ貨物の流動の変化をみると、山口県から北部九州港を利用してホーチミンに直送していた貨物の半分以上が他経路利用に転換、その40%程度が阪神港の直送航路に転換している。これは北部九州港の残った直送航路と釜山港トランシップ航路、阪神港の直送航路が競合していることを示している。輸送費用・時間面で不利なトランシップ航路や北部九州港より国内輸送距離が長い阪神港利用に転換した分、北部九州港に邦船系直送航路がある場合よりも荷主の効用が低下したと考えられる。

また、表—11によると、兵庫県を中心にハイフォン向け輸出荷主の効用が若干向上している。表—13に示すように兵庫県発ホーチミン向け輸出コンテナ貨物の流動の変化はあまりないが、表—9に示したように阪神港、水島港のトランシップ航路の便数が増加したことにより荷主の効用が向上したと考えられる。

以上を踏まえると、邦船系ホーチミン航路の阪神港への誘致・集約は、意図していないハイフォン向け貨物荷主の効用は増加するものの、全体としては荷主の効用を低下させるものであり、阪神港の貨物は増大するものの、ベトナムへの輸出産業にとって有用な航路誘致施策とは言えない可能性がある。

4.2 集約ケース②：全船社ベトナム航路の阪神港集約

4.2.1 集貨への影響

次に、西日本各港における全船社のベトナム航路が阪神港に集約されたケースについてシミュレーションする。

表—2に示したように、基本ケースでは水島港に台湾・香港系船社のホーチミン航路とダナン航路、広島港に台湾・香港系船社のハイフォン航路、北部九州港に邦船系船社のホーチミン航路と台湾・香港系船社のホーチミン航路・ハイフォン航路・ダナン航路が寄港している。ここでは、これらを全て阪神港に付け替えて均衡計算を行う。なお、付け替え方法は4.1節と同様である。付け替え後の輸送頻度の初期値を表—14に、均衡計算を行った結果を表—15、表—16、表—17に示す。

表—15に示すように水島港、広島港、北部九州港の総取扱貨物量は激減し、阪神港におけるベトナム向け輸出の総取扱貨物量は基本ケースから791TEU/月増加する。この増加は4.1節で示した邦船系航路のみの集約ケース（表—10）による阪神港の総取扱貨物量増分の280%以上にあたる。一方、阪神港から直送貨物量は増加するが、それに比肩するぐらい北部九州港、阪神港からのトランシップ航路貨物量も増加している。

■表—11 OD別荷主効用の変化

	ホーチミン			ハイフォン			ダナン			ベトナム計		
	基本	集約	増減	基本	集約	増減	基本	集約	増減	基本	集約	増減
滋賀県	-135	-136	-1	-60	-58	2	-29	-29	-0	-225	-223	1
京都府	-25	-25	-0	-51	-49	2				-76	-74	2
大阪府	-792	-982	-190	-166	-155	11	-12	-13	-0	-970	-1,149	-179
兵庫県	-1,010	-1,067	-57	-71	-56	16	-42	-42	-1	-1,122	-1,164	-42
奈良県	-43	-43	-0	-8	-7	0				-50	-50	0
和歌山県	-30	-35	-5	-19	-18	0	-38	-38	-0	-87	-92	-5
鳥取県	-24	-24	-0	-42	-41	1	-31	-31	-0	-97	-96	1
島根県	-59	-59	-0	-8	-8	0				-67	-67	-0
岡山県	-347	-384	-37	-45	-43	2	-5	-5	-0	-397	-432	-35
広島県	-216	-266	-50	-153	-149	4	-233	-237	-5	-602	-652	-51
山口県	-597	-905	-307	-145	-149	-4	-0	-0	-0	-742	-1,054	-311
徳島県	-14	-14	-0	-11	-10	1				-25	-24	1
香川県	-11	-12	-1	-0	-0	0	-2	-2	-0	-13	-14	-1
愛媛県	-139	-140	-1	-98	-95	3	-17	-17	-0	-254	-252	3
高知県	-0	-0	-0							-0	-0	-0
福岡県	-145	-305	-159	-160	-167	-7	-13	-13	-0	-318	-485	-167
佐賀県	-21	-39	-18	-4	-4	-0				-25	-43	-18
長崎県	-9	-14	-5	-28	-28	-1				-37	-42	-5
熊本県	-4	-7	-2	-35	-35	-1				-39	-42	-3
大分県	-7	-11	-4	-96	-98	-2				-103	-108	-5
宮崎県	-30	-40	-10	-3	-3	-0				-33	-43	-10
鹿児島県	-6	-8	-2	-10	-11	-0				-16	-18	-2
合計	-3,665	-4,514	-848	-1,212	-1,184	28	-422	-429	-6	-5,299	-6,127	-827

注：小数点以下四捨五入のため合計が合わない場合がある

■表—12 山口県発ホーチミン向け輸出コンテナ貨物の流動変化

単位：TEU/月

生産地	国内輸出港	経路	基本	集約	増減
山口県	阪神港	直送	60	134	74
		釜山港TS	6	14	8
		深圳港TS	3	7	4
		高雄港TS	2	5	3
	北部九州港	直送	314	136	-178
		釜山港TS	16	74	58
		高雄港TS	6	16	10
代替経路			18	39	20

■表—13 兵庫県発ハイフォン向け輸出コンテナ貨物の流動変化

単位：TEU/月

生産地	国内輸出港	経路	基本	集約	増減
兵庫県	阪神港	直送	492	489	-2
		釜山港TS	19	19	0
		深圳港TS	10	10	1
		高雄港TS	10	12	1
	水島港	釜山港TS	3	3	0
		高雄港TS	1	1	0
	代替経路			33	35

■表—14 集約ケース②（全船社ベトナム航路の阪神港集約）における輸送頻度の初期値

単位：便/月

	ホーチミン港				ハイフォン港				ダナン港
	邦	韓	台	A	邦	韓	台	欧	台
阪神港	29	22.5	8	6	5	18.5	2	4	
水島港									
広島港									
北部九州港									

注：トランシップ航路は表-2から変更なし

灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

邦：邦船系船社、韓：韓国・中国系船社、台：台湾・香港系船社、A：ASEAN系船社、欧：欧米系船社

表—16によると、阪神港に直送航路を集約したにも関わらずホーチミン航路便数の増加は10%未満に留まり、ハイフォン航路、ダナン航路便数については基本ケースからほとんど変化がない。一方、北部九州港の釜山航路、高雄航路、阪神港の釜山航路の便数が大幅に増加している。そして表—17の通りトランシップ経路の貨物量が增大している。

なお、表—15と表—16を比較すると、例えば阪神港－ホーチミン港の貨物量は1.2倍増加しているが、輸送頻度の増加は1.1倍にとどまっている。これは3.2節で概説したように1便当たりの容量に若干の-marginがあり、各航路のロードファクターが向上したためである。

以上を踏まえると、全船社のベトナム航路が阪神港へ集約されることにより、阪神港の貨物を大きく増やすことができるが、やはりトランシップ貨物の増大も同時にもたらすものであることがわかる。

4.2.2 荷主効用の分析

4.1節と同様に、阪神港への航路集約による荷主効用の変化を算出した結果を表—18に示す。これによると、滋賀県、鳥取県、愛媛県のダナン向け輸出荷主を除くほとんどのODで荷主の効用は低下することがわかる。この効用の低下量は前述の集約ケース①（邦船系航路のみ集約、表—11）による効用低下の240%以上にあたる。

4.2.1項で述べたように、直送航路が阪神港に集約されても運航頻度はそれほど増えず、むしろ地方港の直送航

■表—15 国内輸出港別仕向港別取扱貨物量の増減

単位：TEU/月

国内輸出港	仕向港	基本	集約	増減
阪神港	ホーチミン港	2,654	3,110	457
	ハイフォン港	1,613	1,741	127
	ダナン港	30	43	13
	釜山港	317	436	119
	深圳港	150	199	49
	高雄港	118	144	26
水島港	ホーチミン港	174		-174
	ダナン港	26		-26
	釜山港	57	75	17
広島港	ハイフォン港	7		-7
	釜山港	1	2	1
北部九州港	ホーチミン港	771		-771
	ハイフォン港	252		-252
	ダナン港	10		-10
	釜山港	60	305	246
代替経路	高雄港	29	117	88
	合計	169	268	99
	合計	6,446	6,446	-0

青字：直送航路、灰色字：トランシップ航路
 灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

■表—16 国内輸出港別仕向港別輸送頻度の増減

単位：便/月

国内輸出港	仕向港	基本	集約	増減
阪神港	ホーチミン港	43.9	47.4	3.5
	ハイフォン港	29.3	29.1	-0.2
	ダナン港	1.0	1.0	0.0
	釜山港	45.8	71.0	25.2
	深圳港	29.6	31.5	2.0
	高雄港	13.3	15.2	1.8
水島港	ホーチミン港	3.5		-3.5
	ダナン港	2.6		-2.6
	釜山港	11.3	12.2	0.8
広島港	ハイフォン港	1.0		-1.0
	釜山港	2.0	2.0	0.0
北部九州港	ホーチミン港	38.2		-38.2
	ハイフォン港	8.4		-8.4
	ダナン港	1.0		-1.0
	釜山港	22.6	68.8	46.2
	高雄港	8.1	21.7	13.6

青字：直送航路、灰色字：トランシップ航路
 灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

■表—17 トランシップ港別仕向港別取扱貨物量の増減

単位：TEU/月

トランシップ港	仕向港	基本	集約	増減
釜山港	ホーチミン港	342	655	313
	ハイフォン港	93	163	70
深圳港	ホーチミン港	118	159	41
	ハイフォン港	31	40	8
高雄港	ホーチミン港	105	180	75
	ハイフォン港	51	88	37

路利用から海外トランシップ利用に転換することにより荷主の効用が低下していると考えられる。

以上を踏まえると、全船社のベトナム航路の阪神港への集約は、荷主の効用を大きく低下させるものであり、集約ケース①（邦船系ホーチミン航路のみ集約）よりも多くの

貨物が阪神港に集貨されるものの、荷主の効用面からは適切な航路誘致施策とは言いがたい。

4.3 集約ケース③：ケース①+ダナン航路広島港集約

4.3.1 集貨への影響

最後に、集約ケース①の改善ケースについて検討する。表—3によるとダナン向け輸出コンテナ貨物は、ホーチミン向け等と異なり広島県に集中している。そこで、邦船系ベトナム航路の阪神港集約（集約ケース①）に加えて、阪神港、水島港、北部九州港のダナン航路を広島港に集約したケースについてシミュレーションする。なお、現況において広島港ではなく、水島港にダナン航路が就航している確たる理由を見つけるには至らなかった。

付け替え後の輸送頻度の初期値を表—19に示す。また、広島港の国内生産・消費地との接続は、阪神港、水島港、北部九州港のダナン航路の集貨圏を受け継ぎ、表—20のように拡張する。これらの設定に基づき均衡計算を行った結果を表—21、表—22、表—23に示す。

表—21によると、基本ケースにおけるダナン港向け直送貨物量は阪神港・水島港・北部九州港の3港計で66TEU/月であったが、広島港に集約することにより104TEU/月に増加している。営業圏が拡張したことにより、広島港のハイフォン航路、釜山航路の貨物量も著しく増加している。その分、阪神港における両航路の直送航路の貨物量が減少している。阪神港は、邦船系ホーチミン航路の集約によりホーチミン港向け直送貨物が193TEU/月増加するものの、前述の取扱減によりベトナム向け輸出の総取扱貨物量はわずかに減少するため、この方策は航路誘致施策としては有効とは言えない。

表—22によると、基本ケースにおけるダナン港向け直送航路の輸送頻度は最も多い水島港が2.6便/月であったが、広島港に集約することにより4.0便/月とウィークリーサービスが提供される水準まで向上している。また、他のケースと異なり、阪神港の釜山港及び深圳港トランシップ航路の輸送頻度が低下していることもこのケースの特徴である。

表—23によると、ホーチミン向け輸出コンテナ貨物のうち釜山港トランシップ貨物量は、4.1節で示した集約ケース①（邦船系ホーチミン航路の阪神港集約、表—10）よりも23TEU/月多いが、深圳港トランシップ貨物量は4TEU/月、高雄港トランシップ貨物量は18TEU/月少ない。またハイフォン向けの海外トランシップ貨物量はいずれも集約ケース①より少ない。

以上を踏まえると、邦船系ホーチミン航路の阪神港集約にダナン航路の広島港集約を加えることは、阪神港への集貨に効果があるとは言えないが、海外トランシップを抑える効果はあることがわかる。

■表—18 OD別荷主効用の変化

	ホーチミン			ハイフォン			ダナン			ベトナム計		
	基本	集約	増減	基本	集約	増減	基本	集約	増減	基本	集約	増減
滋賀県	-135	-144	-9	-60	-62	-2	-29	-29	0	-225	-235	-11
京都府	-25	-27	-2	-51	-52	-2				-76	-79	-3
大阪府	-792	-1,149	-357	-166	-214	-48	-12	-13	-1	-970	-1,377	-407
兵庫県	-1,010	-1,219	-210	-71	-82	-11	-42	-44	-2	-1,122	-1,345	-223
奈良県	-43	-46	-3	-8	-8	-0				-50	-54	-4
和歌山県	-30	-39	-9	-19	-22	-3	-38	-39	-1	-87	-100	-13
鳥取県	-24	-25	-1	-42	-43	-1	-31	-31	0	-97	-99	-2
島根県	-59	-62	-3	-8	-8	-0				-67	-70	-3
岡山県	-347	-422	-75	-45	-46	-1	-5	-5	-1	-397	-473	-76
広島県	-216	-298	-82	-153	-178	-25	-233	-270	-37	-602	-746	-145
山口県	-597	-1,113	-516	-145	-205	-60	-0	-0	-0	-742	-1,318	-576
徳島県	-14	-15	-1	-11	-11	-1				-25	-27	-2
香川県	-11	-13	-2	-0	-0	-0	-2	-2	-0	-13	-15	-3
愛媛県	-139	-149	-9	-98	-100	-2	-17	-17	0	-254	-266	-11
高知県	-0	-0	-0							-0	-0	-0
福岡県	-145	-411	-265	-160	-281	-121	-13	-16	-3	-318	-708	-389
佐賀県	-21	-54	-33	-4	-7	-3				-25	-61	-36
長崎県	-9	-17	-7	-28	-38	-10				-37	-55	-18
熊本県	-4	-8	-4	-35	-48	-13				-39	-56	-17
大分県	-7	-13	-6	-96	-131	-35				-103	-144	-41
宮崎県	-30	-47	-17	-3	-4	-1				-33	-50	-17
鹿児島県	-6	-9	-3	-10	-14	-3				-16	-23	-7
合計	-3,665	-5,280	-1,615	-1,212	-1,555	-344	-422	-467	-44	-5,299	-7,302	-2,003

注：小数点以下四捨五入のため合計が合わない場合がある

■表—19 集約ケース③（ケース①+ダナン航路広島港集約）における輸送頻度の初期値

単位：便/月

	ホーチミン港				ハイフォン港				ダナン港	
	邦	韓	台	A	邦	韓	台	欧	台	
阪神港	29		22.5	8	6	5		18.5	2	
水島港			4							
広島港								4		4
北部九州港			14.5					14.5		

注：トランシップ航路は表-2から変更なし

灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

邦：邦船系船社、韓：韓国・中国系船社、台：台湾・香港系船社、A：ASEAN系船社、欧：欧米系船社

■表—20 国内輸送経路のリンクの設定

	阪神港	水島港	広島港	北部九州港
滋賀県	1		1	
京都府	1			
大阪府	1	1	1	1
兵庫県	1	1	1	
奈良県	1			
和歌山県	1		1	1
鳥取県	1		1	
島根県	1			
岡山県	1	1	1	
広島県	1	1	1	1
山口県	1		1	1
徳島県	1			
香川県	1	1	1	
愛媛県	1		1	
高知県	1			
福岡県	1		1	1
佐賀県				1
長崎県	1			1
熊本県	1			1
大分県	1			1
宮崎県	1			1
鹿児島県	1			1

1：リンクあり

灰色ハッチ：基本ケースからの変更箇所

■表—21 国内輸出港別仕向港別取扱貨物量の増減

単位：TEU/月

国内輸出港	仕向港	基本	集約	増減
阪神港	ホーチミン港	2,654	2,847	193
	ハイフォン港	1,613	1,429	-185
	ダナン港	30		-30
	釜山港	317	303	-14
	深圳港	150	175	26
水島港	高雄港	118	120	2
	ホーチミン港	174	219	45
	ダナン港	26		-26
広島港	釜山港	57	62	4
	高雄港	9	11	1
	ハイフォン港	7	227	221
北部九州港	ダナン港		104	104
	釜山港	1	90	89
	ホーチミン港	771	265	-506
	ハイフォン港	252	232	-20
代替経路	ダナン港	10		-10
	釜山港	60	160	100
	高雄港	29	47	18
合計		6,446	6,446	-0

青字：直送航路、灰色字：トランシップ航路

灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

■表—22 国内輸出港別仕向港別輸送頻度の増減

単位：便/月

国内輸出港	仕向港	基本	集約	増減
阪神港	ホーチミン港	43.9	45.2	1.4
	ハイフォン港	29.3	26.3	-3.0
	ダナン港	1.0		-1.0
	釜山港	45.8	42.2	-3.6
	深圳港	29.6	29.1	-0.4
	高雄港	13.3	14.2	0.9
水島港	ホーチミン港	3.5	4.4	0.9
	ダナン港	2.6		-2.6
	釜山港	11.3	12.6	1.3
	高雄港	2.2	2.4	0.3
広島港	ハイフォン港	1.0	22.7	21.7
	ダナン港		4.0	4.0
	釜山港	2.0	15.0	13.0
北部九州港	ホーチミン港	38.2	13.2	-25.1
	ハイフォン港	8.4	7.7	-0.7
	ダナン港	1.0		-1.0
	釜山港	22.6	40.5	17.9
	高雄港	8.1	10.3	2.2

青字：直送航路、灰色字：トランシップ航路
 灰色ハッチ：抜港、青ハッチ：集約先

■表—23 トランシップ港別仕向港別取扱貨物量の増減

単位：TEU/月

トランシップ港	仕向港	基本	集約	増減
釜山港	ホーチミン港	342	523	181
	ハイフォン港	93	91	-2
深圳港	ホーチミン港	118	145	27
	ハイフォン港	31	30	-2
高雄港	ホーチミン港	105	134	29
	ハイフォン港	51	43	-8

4.3.2 荷主効用の分析

貨幣換算した荷主の効用変化を表—24に示す。これによると全ての府県のダナン向け輸出荷主の効用が増加している。これは、西日本におけるダナン向け輸出貨物需要分布の重心に近い広島港にダナン港直送航路を集約することにより国内経路が短縮されたためと考えられる。また、ハイフォン向け輸出貨物については、京都府、島根県、徳島県以外の荷主効用が増加している。ホーチミン向け輸出荷主については、効用が低下する府県が大半であるが、その低下は集約ケース①（邦船系航路阪神港集約のみ、表—11）より小さい。これは、ホーチミン・ハイフォン向け貨物の海外トランシップ経路への転換を抑制できたためと考えられる。

以上を踏まえると、邦船系ベトナム航路の阪神港への誘致・集約に加えて、港湾間の広域連携・協調としてダナン航路を広島港に集約することは、阪神港の総取扱貨物量の増加には寄与しないが、荷主の効用を下げる海外トランシップへの流出の抑制には効果があり、荷主の効用面からは有用な方策と言える。

5—おわりに

5.1 得られた知見と今後の港湾政策における示唆

本稿は、近年港湾政策において重要度が高まっている日本—東南アジア航路について、ベトナム航路を例としてネットワーク均衡モデルによるシミュレーションを行い、寄港地の集約について、集貨への影響と荷主の効用を分析したものである。

得られた知見・成果を以下に示す。

- ①ネットワーク均衡モデルを適用したシナリオ分析の結果、ベトナム航路の阪神港への集約は阪神港の貨物量増加に寄与するが、トランシップ経路利用も増大させる可能性があることがわかった。
- ②ベトナム航路の寄港地が阪神港に集約された場合、国内輸送距離の増大や海外トランシップへの転換により荷主の効用低下を招くことが確認された。
- ③背後圏の貨物の分布を踏まえて寄港地の分担を行えば、国内輸送距離の短縮、海外トランシップの抑制を図ることができ、荷主の効用を向上できる可能性があることがわかった。

①は、ロジック型港湾選択モデルのような荷主行動のみに着目した分析では得られない結論であり、荷主と船社の行動が反映できる均衡モデルを適用することにより得ることができた結論である。直送航路を拠点港に集約・移転したとしても、トランシップ航路の船社が増便してその利便性を高め、抜港された直送航路を利用していた貨物を獲得してしまう可能性があるということである。施策目的が単なる拠点港への集貨ではなく、直送サービスの強化であるならば、航路集約の実施にはより慎重な検討が必要である。

②はより重要な結論である。懸念したように現在進行している東南アジア航路の拠点港への集約は地方荷主の効用低下をもたらす可能性があるということである。阪神港の取扱貨物量が増加したとしても、荷主の効用が低下する施策は我が国産業にとって望ましいとは言えない。このため、航路集約による集貨を目指す場合は、荷主の効用も考慮する必要がある。その際、③が示唆する一部の航路については地方港に分担を委ねるという施策は取り得るオプションであると考えられる。また、拠点港への航路集約を地方港と協調的に行うためにもこのような関係の醸成は、有効であると考えられる。

5.2 今後の課題

本稿では、ベトナム航路の集約のあり方についての一定の示唆は得たが、全体として荷主効用が向上する集約パターンを得るには至っていない。本稿で構築したシミュ

■表一 24 OD別荷主効用の変化

	ホーチミン			ハイフォン			ダナン			ベトナム計		
	基本	集約	増減	基本	集約	増減	基本	集約	増減	基本	集約	増減
滋賀県	-135	-137	-2	-60	-55	5	-29	-20	10	-225	-213	12
京都府	-25	-25	-1	-51	-53	-2				-76	-78	-3
大阪府	-792	-977	-185	-166	-133	33	-12	-9	4	-970	-1,119	-149
兵庫県	-1,010	-1,030	-20	-71	-40	31	-42	-26	15	-1,122	-1,096	26
奈良県	-43	-44	-1	-8	-8	-0				-50	-52	-2
和歌山県	-30	-36	-5	-19	-14	5	-38	-18	20	-87	-67	20
鳥取県	-24	-24	-0	-42	-33	10	-31	-14	17	-97	-71	26
島根県	-59	-60	-1	-8	-8	-0				-67	-69	-1
岡山県	-347	-334	13	-45	-29	15	-5	-2	3	-397	-366	31
広島県	-216	-239	-23	-153	-94	59	-233	-81	152	-602	-414	187
山口県	-597	-942	-345	-145	-109	36	-0	-0	0	-742	-1,052	-309
徳島県	-14	-15	-0	-11	-12	-1				-25	-26	-1
香川県	-11	-10	0	-0	-0	0	-2	-1	1	-13	-11	1
愛媛県	-139	-139	0	-98	-67	31	-17	-7	10	-254	-213	41
高知県	-0	-0	-0							-0	-0	-0
福岡県	-145	-335	-190	-160	-143	17	-13	-11	2	-318	-489	-171
佐賀県	-21	-43	-22	-4	-4	0				-25	-46	-22
長崎県	-9	-15	-5	-28	-28	0				-37	-42	-5
熊本県	-4	-7	-3	-35	-34	0				-39	-41	-2
大分県	-7	-11	-4	-96	-95	1				-103	-106	-3
宮崎県	-30	-42	-12	-3	-3	0				-33	-45	-12
鹿児島県	-6	-8	-2	-10	-10	0				-16	-18	-2
合計	-3,665	-4,474	-809	-1,212	-972	240	-422	-189	233	-5,299	-5,636	-337

注：小数点以下四捨五入のため合計が合わない場合がある

レーションモデルを活用し、より合理的な航路集約パターンについて検討を進めたい。

また、今回は日本-ベトナム間の航路ネットワークをモデル化してシミュレーションを実施したが、東南アジアの他の市場に対しても同様の施策が有効か否かは検証の余地がある。このため、知見の一般化のためには、他の東南アジア航路についてもモデル化し、その挙動について比較分析を行う必要がある。

本稿のシミュレーションモデルについては、3章で述べた通りトランシップ経路の再現性に課題がある。前述の他航路のモデル化をさらに拡張し、3国間輸送も含めた東南アジア主要航路全体をモデル化、分析することも今後の課題である。

謝辞：本研究の成果の一部は、(公社)日本港湾協会の港湾関係研究奨励助成金による助成を受けたものである。また、(一財)みなと総合研究財団の支援も受けている。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

1) 国土交通省 [2010], “報道発表資料:国際コンテナ戦略港湾の選定結果について”, http://www.mlit.go.jp/report/press/port02_hh_000036.html, 2018/8/10.
 2) 国土交通省港湾局 [2017], “国際コンテナ戦略港湾政策の進捗状況”, 国際コンテナ戦略港湾政策推進委員会 (第8回) 資料1-2.
 3) 国土交通省港湾局 [2018], 『港湾の中長期政策「PORT 2030」』.
 4) 神戸市 [2018], 『新規航路開設等支援事業 補助金交付要綱』.
 5) 木俣順・竹林幹雄 [2019], “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』, vol.21, pp.39-47.

6) 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)』, 68巻2号, pp. 1_1181-1_1186.
 7) Kuroda, K., Takebayashi, M. and Tsuji, T. [2005], “International Container Transportation Network Analysis Considering Post-Panamax Class Container Ships”, Kanafani, A. and Kuroda, K. (eds.), *Global Competition in Transportation Markets: Analysis and Policy Making*, Elsevier Science, pp. 369-391.
 8) 柴崎隆一・渡部富博・家田仁 [2011], “船社・荷主の最適行動を考慮した国際海上コンテナ輸送の大規模シミュレーション”, 『土木学会論文集D3 (土木計画学)』, 67巻4号, pp. 455-474.
 9) Takebayashi, M. [2013], “Network Competition and the Difference in Operating Cost: Model Analysis”, *Transportation Research Part E*, Vol. 57, pp. 85-94.
 10) Takebayashi, M. [2011], “Evaluation of Asian Airports as Gateways: Application of Network Equilibrium Model”, *Pacific Economic Review*, Vol. 16 (1), pp. 64-82.
 11) 国土交通省港湾局 [2014], 『平成25年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査』.
 12) Takebayashi, M. [2015], “Multiple Hub Network and High-speed Railway: Connectivity, Gateway, and Airport Leakage”, *Transportation Research Part A*, Vol. 79, pp. 55-64.
 13) 国土交通省総合政策局, “総合的な交通体系を目指して: 総合交通分析システム (NITAS)”, http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_fr_000021.html, 2018/8/10.
 14) (株)オーシャンコマース [2013], 『2013年度版国際輸送ハンドブック』.
 15) (独法)日本貿易振興機構海外調査部 [2013], 『第23回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較』
 16) 国土交通省港湾局 [2017], 『港湾整備事業の費用対効果分析マニュアル』
 17) 国土交通省 [2015], 『港湾統計 (年報) 平成25年』

(原稿受付2018年9月21日, 受理2019年2月18日)

Consolidation of Japan-ASEAN Routes and Its Benefits toward the Hinterland Economies: Based on Network Analysis

By Jun KIMATA and Mikio TAKEBAYASHI

This paper aims to evaluate consolidation/dispersion of West Japan-Southeast Asian routes by network equilibrium analysis. As with the consolidation of the main shipping route to the International Container Strategy Port, there is a movement to consolidate Southeast Asia routes. On the other hand, depending on the region, there is concern that the shipper's utility will decline due to its consolidation. In this paper, we apply network equilibrium analysis of bi-level model to container cargo transportation from West Japan to Vietnam as case study of Southeast Asian container market. Then, we try to analyze the efficiency of cargo transportation and the utility of shippers by simulating the case of concentrating routes to Hanshin Port and the case of distributing.

Key Words : **container transport, Southeast Asian market, network equilibrium approach, utility of shippers.**
