

アジア・北米間のコンテナ貨物流動に関する トランシップ港湾選択モデルの構築

(正) 古山卓司 (国土技術政策総合研究所), (正) 赤倉康寛 (国土技術政策総合研究所)
(正) 佐々木友子 (国土技術政策総合研究所)

1. はじめに

我が国企業の海外進出による産業内貿易の拡大などの産業・貿易構造の変化、地球温暖化対策などによるエネルギー構造変化、輸送の効率化を目指した超大型コンテナ船・バルクキャリアの増加による船型大型化やパナマ運河の拡張など、我が国の海上物流を取り巻く状況は大きく変化している。また、近年のアジア諸国の台頭により、世界のトランシップコンテナ貨物の流動構造は大きく変化しており、我が国の相対的な地位は低下している。このような状況のなか、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戦略港湾政策が展開されている。その推進のため、高い経済成長等を背景に拡大する東南アジア地域からの広域集荷により、北米基幹航路の維持・拡大を推進していく政策が打ち出されている。このような政策実施の効果について、効率的に議論を行うためには、定量的なシミュレーションを行うことのできるモデルを用いることが有効であると考えられる。コンテナ貨物流動経路シミュレーションモデルとしては、柴崎ら¹⁾や竹林ら²⁾などにおいて、研究がなされているが、これらのモデルは計算が複雑であり、将来推計等の実務での使用が難しい面もある。

そこで、本分析ではアジアと北米間のトランシップコンテナ貨物流動について、実務への適用が比較的容易であり、かつ、一定の精度を確保できるトランシップ港湾選択モデルを構築する。さらに、当該モデルを使用して、我が国の港湾を対象にサービス水準の変化によるトランシップコンテナ貨物量への影響について試算する。

2. トランシップ港湾選択モデルの構築

2.1 分析対象地域・経路と利用データ

本分析の対象はアジア・米国間コンテナ流動とし、アジアの対象地域は東アジア（韓国、中国、台湾）および東南アジア（インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナム）とした。対象貨物は、我が国と競合しうる東アジア（日本、韓国、中国、台湾）においてトランシップされている貨物とした。これは、現に東アジアでトランシップされている貨物であれば、当該トランシップ港を比較的容易に変更可能であると考えられるからである。なお、分析を実施するにあたり、代表港は、図-1に示すとおり、各国1港湾を基本とし、中国のみ北部・中部・南部に3分割した。米国の代表港はロサンゼルス

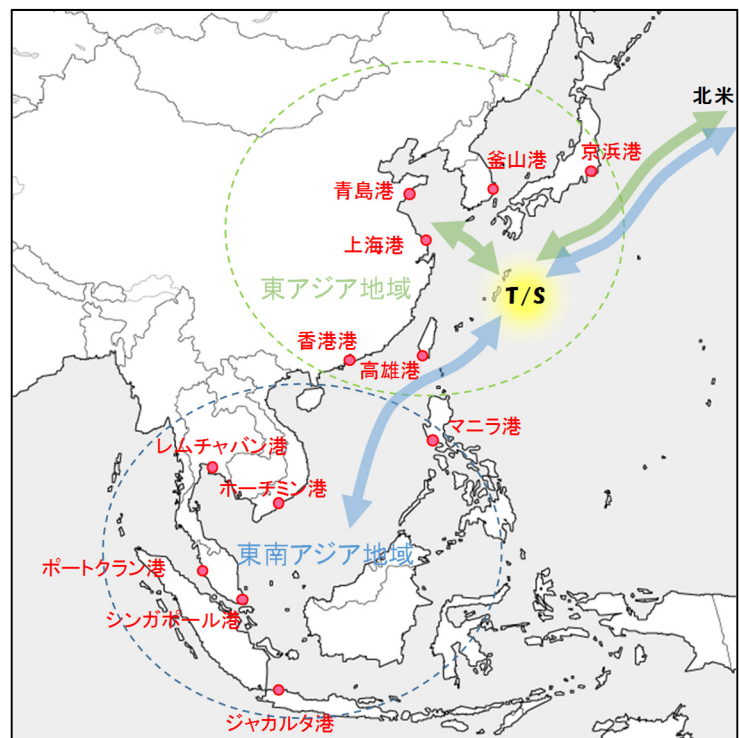


図-1 アジアの分析対象地域および代表港位置

ス港を設定した。なお、対象とするコンテナ貨物の流動実績データはPIERS³⁾のデータ（2008年、2013年）を使用した。一例として、2013年の発着地域別トランシップ港別取扱貨物量実績（東航＋西航）を表－1、表－2に示す。

表－1 東アジアの発着地域別トランシップ
港別取扱貨物量実績（2013）

単位：TEU

仕出仕向 国・地域	T/S					
	日本	韓国	中国中部	中国南部	台湾	計
韓国	4,191		8,359	4,728	10,267	27,545
中国北部	14,151	370,341			16,370	400,862
中国中部	6,279	96,915			3,597	106,791
中国南部	8,876	55,337			98,345	162,559
台湾	3,334	12,314	9,955	35,993		61,597
計	36,831	534,906	18,314	40,721	128,580	759,353

表－2 東南アジアの発着地域別トランシップ
港別取扱貨物量実績（2013）

単位：TEU

仕出仕向 国・地域	T/S					
	日本	韓国	中国北部	中国南部	台湾	計
インドネシア	487	24,777	8,552	58,467	65,644	157,927
マレーシア	428	13,262	11,669	46,819	40,513	112,690
フィリピン	3,110	9,118	7,548	34,504	105,751	160,031
シンガポール	316	3,278	3,496	11,408	13,589	32,087
タイ	4,046	5,094	7,501	48,237	55,930	120,808
ベトナム	5,646	26,519	14,707	195,778	89,614	332,265
計	14,033	82,047	53,473	395,214	371,041	915,808

2.2 構築モデルの概要

2.2.1 ロジットモデルの概要 本分析では、発着地域別のトランシップ港湾選択モデルとして、確率的選択モデルであるロジットモデルを構築することとした。今回の分析で構築するロジットモデルについて、発着港 z の輸送経路の選択枝集合 J_z の中から選択枝 i を選ぶ確率 P_{iz} は式(1)、効用の確定項 V_i は式(2)となる。

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

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

ここに、 α , β , ... : パラメータ

X_i , Y_i , ... : 説明変数

2.2.2 サービス水準の設定 アジア・米国間の輸送経路別に、輸送時間・輸送費用・寄港航路便数といったサービス水準を、東航及び西航のそれぞれについて作成した。サービス水準の設定概要については表－3に示す。なお、寄港航路便数に基づく平均待ち時間 $T_w(\text{hr})$ は式(3)により算出した。

$$T_w = 7\text{days} \cdot 24\text{hr} / F \cdot 1/2 \quad (3)$$

ここに、 F : 寄港航路便数（便／週）

表－3 サービス水準の設定概要

項目		設定概要
時間	海上輸送時間	・海上輸送距離と海上輸送の船型別航行速度 ⁴⁾ をもとに輸送時間を算出。 ・国際輸送ハンドブック ⁵⁾ による実勢時間を考慮。
	港湾諸時間	・発着港の荷役時間 ⁴⁾⁶⁾ 、横持ち時間 ⁷⁾ 、トランシップ港におけるコンテナ滞留時間 ⁴⁾ 、寄港航路便数に基づく平均待ち時間を考慮して設定。
費用	海上輸送費用	・海上輸送時間をもとに船型別海上輸送費用算定式 ⁴⁾ を用いて輸送費用を算出。 ・Drewry ⁸⁾ による実勢運賃を考慮。
	港湾諸費用	・発着港の荷役費用 ⁶⁾ 、横持ち費用 ⁷⁾ 、トランシップ港における港湾諸費用 ⁶⁾ を考慮して設定。
寄港航路便数	寄港航路便数	・国際輸送ハンドブック ⁵⁾ をもとに設定。

2.3 モデルの検討結果 2.1 で整理した経路別の流動実績と 2.2.2 で設定したサービス水準データを用い、説明変数候補の組み合わせにより、3 ケースのパラメータを推定した。表－4にパラメータの推定結果を示す。なお、CASE2、CASE3 については、寄港便数を変数としているため、輸送時間に寄港航

路便数に基づく平均待ち時間を考慮していない。

輸送時間・輸送コスト・寄港便数の逆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、寄港便数については、符号がプラスであれば符号条件を満たしている。よって、3 ケースともに符号条件に問題はない。また、CASE1 は尤度比が若干低いものの、0.2~0.4 のときは十分高い適合度を持つと判断してよい⁹⁾とされているため、全てのケースで適合度は高いと判

断できる。また、t 値は CASE1 のみの説明変数がすべて有意水準 10%以内であり、CASE2 や CASE3 のように寄港便数を一つの説明変数とした場合は、すべて有意水準 10%以内とならなかった。よって、寄港航路便数から算出される平均待ち時間を輸送時間に考慮する場合が説明変数の設定方法として適当であると考え、CASE1 をモデルとして採用した。

採用したモデルを用いて推計したアジア・米国間のトランシップ港別貨物量の実績値と現況再現値の比較を図-2 に、発着港別トランシップ港別貨物量の実績値と現況再現値（東航+西航）を図-3 に示す。上海港は実績値 14.4 万 TEU に対し、現況再現値 28.2 万 TEU、京浜港では実績値 13.9 万 TEU に対し、現況再現値 25.1 万 TEU と現況再現値が過大に、香港港では実績値 79.1 万 TEU に対し、現況再現値 63.0 万 TEU と現況再現値が過少となったが、実績値と現況再現値の決定係数は 0.84 であるため、実績値をおおむね再現できたといえる。発着港別の一例として、東アジア及び東南アジアのそれぞれにおいて最も貨物の多い中国北部及びベトナムについて、トランシップ港別貨物量の実績値と現況再現値（東航+西航）を図-4、図-5 に示す。

表-4 パラメータ推定結果

CASE	説明変数	パラメータ	符号条件	t 値	尤度比
1	輸送時間* (時間)	-0.019	○	-2.24 **	0.28
	輸送コスト (円/TEU)	-0.025	○	-1.96 *	
2	寄港便数 (便)	0.026	○	1.58	0.29
	輸送時間 (時間)	-0.017	○	-1.73 *	
	輸送コスト (円/TEU)	-0.026	○	-1.86 *	
3	寄港便数の逆数	-24.385	○	-1.60	0.29
	輸送時間 (時間)	-0.016	○	-1.65	
	輸送コスト (円/TEU)	-0.030	○	-2.08 **	

※寄港航路便数から算出される待ち時間を考慮

***, **, *: 有意水準1%, 5%, 10%で有意

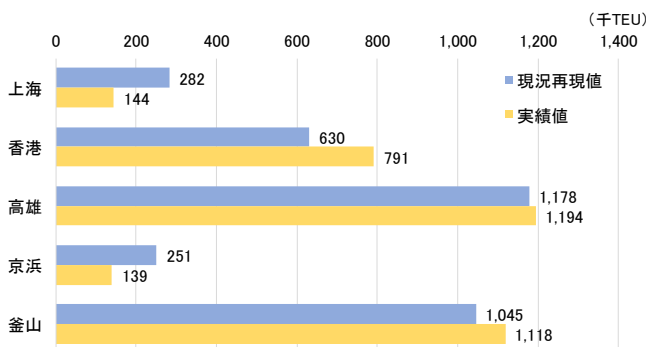


図-2 アジア・米国間のトランシップ港別貨物量の実績値と現況再現値

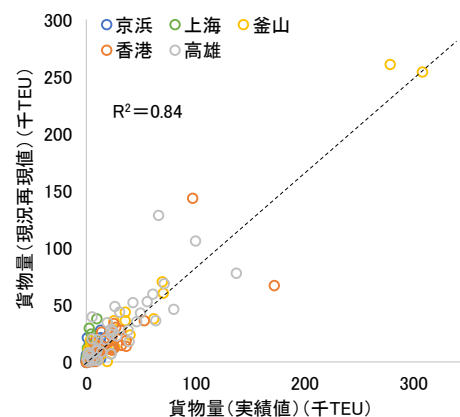


図-3 アジア・米国間の発着港別トランシップ港別貨物量の実績値と現況再現値

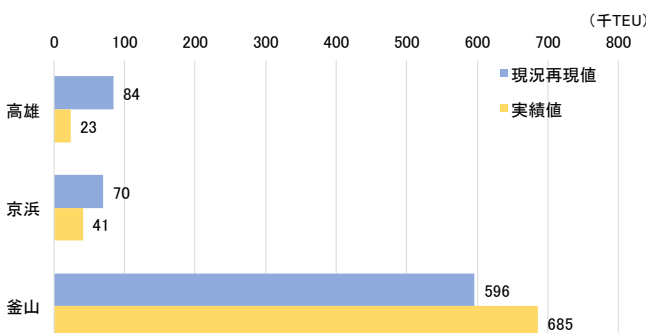


図-4 中国北部・米国間のトランシップ港別貨物量の実績値と現況再現値

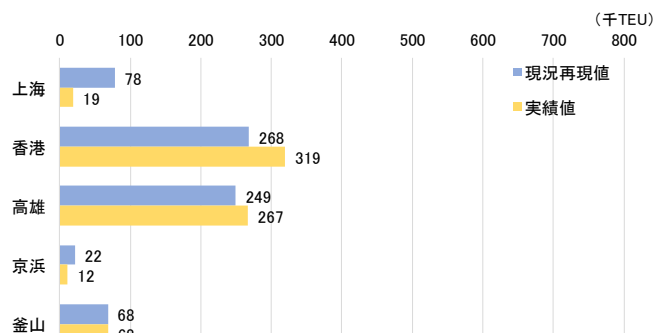
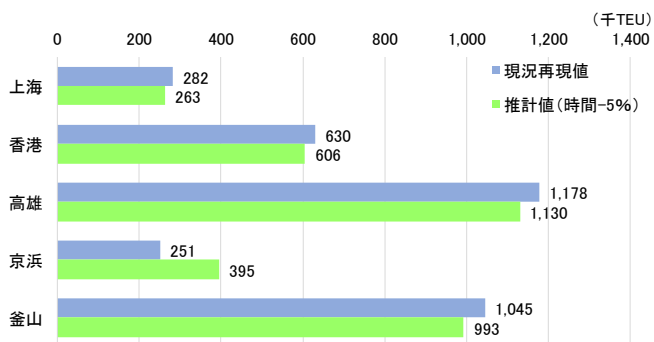


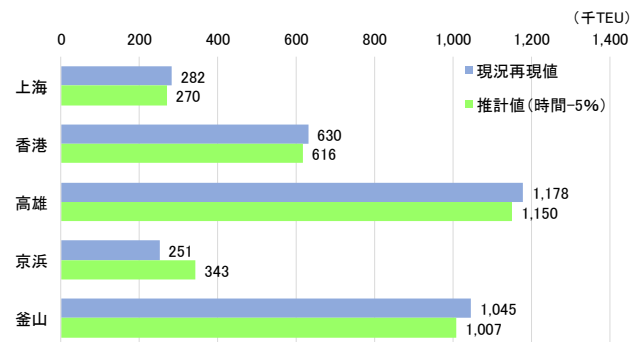
図-5 ベトナム・米国間のトランシップ港別貨物量の実績値と現況再現値

3. サービス水準の変化による貨物量への影響

2. で構築したモデルを用いて我が国の港湾のサービス水準の変化によるトランシップコンテナ貨物量への影響について試算した結果を図－6，図－7に示す．なお，サービス水準の変化率は我が国の経路の輸送時間・コストに対し一律－5%と設定した．仮に我が国の港湾を利用した際の輸送時間が5%短縮された場合，25.1万TEUから39.5万TEUまで取扱量が増加する結果（58%増）となった．また，我が国の港湾を利用した際の輸送費用が5%低減された場合，25.1万TEUから34.3万TEUまで取扱量が増加する結果（37%増）となった．



図－6 アジア・北米間のトランシップ港別貨物量の現況再現値と推計値（時間-5%）



図－7 アジア・北米間のトランシップ港別貨物量の現況再現値と推計値（費用-5%）

4. おわりに

本分析では，アジア・米国間のコンテナ貨物のうち，トランシップ貨物流動について，我が国を含めた東アジアにおけるトランシップ港湾の選択に関する再現精度の高いモデルを構築した．さらに，我が国のサービス水準の変化によるトランシップコンテナ貨物量への影響を確認することができた．

今後は，我が国と東南アジアとの間のシャトル便就航等の具体的政策実施によるコンテナ貨物量の変化の推計に繋げていきたい．

参考文献

- 1) 柴崎隆一・渡部富博・家田仁：港湾の特性を考慮した大規模国際海上コンテナ輸送ネットワーク上の船社費用最小化モデル，土木学会論文集，Vol.67，No. 4，pp.475-494，2011.
- 2) 竹林幹雄・黒田勝彦・金井仁志・原進悟：グローバル・アライアンス間の競争を考慮した国際コンテナ貨物輸送市場モデルの開発とその適用，土木学会論文集，Vol.2005，No. 800 /IV-69，pp.51-66，2005.
- 3) The Journal of Commerce：PIERS(Port Import/Export Reporting Service)，2008・2013.
- 4) 港湾事業評価手法に関する研究委員会編：港湾投資の評価に関する解説書 2011，2011.7.
- 5) 株式会社オーシャン コマース：国際輸送ハンドブック 2008・2013 年版，2007.12・2012.12.
- 6) THE WORLD BANK：Doing Business，2008・2013，<http://www.doingbusiness.org/>（アクセス日：2017.5.25）.
- 7) 日本内航海運組合総連合会：国内コンテナ・フィーダーに関する研究，2011.10.
- 8) Drewry：Annual Container Market Review & Forecast.，2008・2013.
- 9) 社団法人土木学会：非集計行動モデルの理論と実際，1995.5.