

海上輸出入コンテナ貨物の国内流動分布 に関する研究

A Study on the Inland Flow of Containerized Cargos

渡辺 豊* ・ 苦瀬 博仁**

By Yutaka WATANABE and Hirohito KUSE

The containerized transportation was begun in the early years of 1960's, and its volume has been increasing much every year in proportion to the development of Japanese economy. At the present day, it has been obvious that the containerized transportation takes a very active part in logistics.

As a fundametal study on the inland flow of containerized cargos, it is clarified the distribution pattern of containerized cargos.

1. はじめに

昭和40年代初期に始まったコンテナ輸送は、日本経済の成長に伴う輸出入貨物量の増加とともに目覚ましい発展を遂げてきた。コンテナ輸送の長所は、異なる輸送モードにより、複数のターミナルを経由しても出発地から到着地までを一切の積み降ろし作業を行わずに輸送できる点にある。これにより海陸一貫輸送が可能となり、現在では外貿定期船***貨物のほとんどがコンテナ化されている。

このようなコンテナ輸送の実態把握には、海上やターミナルにおける分析とともに、内陸でのコンテナ流動の実態の解明が必要である。というのは、コンテナ輸送体系が一貫輸送というメリットを現実にとどこまで達成しているかを判断するには、内陸のコンテナ流動の分析が不可欠だからである。

ンテナ流動の分析が不可欠だからである。

今までにコンテナ貨物流動の実態を調査したものには運輸省の調査があり¹⁾、コンテナ貨物の港湾選択については、企業行動レベルから分析した木村、山口や²⁾、港湾選択モデルを検討した松本、堀川³⁾の研究がある。また、港湾の背後圏の設定という視点から港湾貨物の内陸流動を分析したものに稲村、山田、金子⁴⁾の研究があり、コンテナの運用計画については三木、今井⁵⁾の研究がある。

本研究では、海上輸出入コンテナ（以下、コンテナと略す）の内陸流動についてコンテナを積載したトラック****の輸送実態調査⁶⁾をもとに、コンテナの内陸流動分布を定量的にとらえ、その特徴を明らかにすることを目的にする。^{7) 8) 9)}

* 正会員 東京商船大学講師 商船学部
(〒135 江東区越中島2-1-6)
** 正会員 工博 東京商船大学助教授 商船学部
(〒135 江東区越中島2-1-6)

*** 外国との貿易貨物を輸送している船舶のこと
で、現在ではフルコンテナ船が主流である。
**** コンテナの陸上輸送モードは鉄道とトラック
が存在するが、日本では後者が大半である。

2. コンテナ国内流動の種類と現状

2.1 国内流動の種類と研究対象コンテナ

コンテナの国内流動は、その流動の両端が存在する場所から、次の3種類に分類することができる。

- ① コンテナ埠頭と地域の流動
- ② コンテナ埠頭内及びコンテナ埠頭間の流動
- ③ コンテナ埠頭外地域間の流動

①の流動は、内陸の地域と埠頭との間における国内輸出入貨物のコンテナによる流動を示すものである。これに対して、②、③の流動は回送時の輸送やターミナルオペレーションなどによって発生する流動であり、コンテナ輸送の機能を考えると本質的な流動ではない。

よって、本研究では①の流動を分析の対象とする。

2.2 コンテナ国内流動の現状

(1) コンテナの種類別流動量

上記の3つの流動の比率を実績値で示すと図1になる。これを見るとコンテナ埠頭と地域の流動(①)は59%であり、その他(②、③)は41%である。

つまり、国内を流動するコンテナの約4割は本質的な流動ではなく、この事実は現実のコンテナ輸送が、必ずしも理想的な状態ではないことを示していると考えられる。

(2) コンテナ国内流動の分布

次に、日本の主要コンテナ埠頭と各地域との間のコンテナ流動の現状を、実績値⁶⁾を用いて表1に示す。この表はコンテナ埠頭を東から西への順とし、地域を都道府県と23分類(運輸省総合交通モデルの分類)で配列したものである。この表からわかる流動の傾向は、産業規模の大きな地域(京浜葉、阪神等)への流動量が多くなっており、埠頭からの距離が大きな地域(東北、北陸、四国等)への流動量は少なくなっている点である。(図2参照)

これは、①コンテナ埠頭の多くが、大都市圏や諸産業の集中する地域の近くに立地していること、②現実のコンテナ輸送においては貨物が満載されていない場合や、1つのコンテナ内に出荷者の異なる貨物が同時に詰められている場合が多いため、遠距離輸送では他の輸送モード(一般路線トラック)と比較して経済及びサービスの面で不利になること、などに起因すると考えられる。

(3) コンテナ国内流動の構成図

流動の地域的な特徴としては、静岡県と愛知県を境界として、①東京埠頭、横浜埠頭、清水埠頭を中心とするグループ、②名古屋埠頭、四日市埠頭、大阪埠頭、神戸埠頭を中心とするグループに、さらに、山口県と四国、広島県を境界とした、③門司埠頭、博多埠頭を中心としたグループの3つに分かれている。(表1参照)

よって、本研究では東日本、西日本、山口・九州の3つのグループを、流動の構成図として区別することにする。(表2参照)

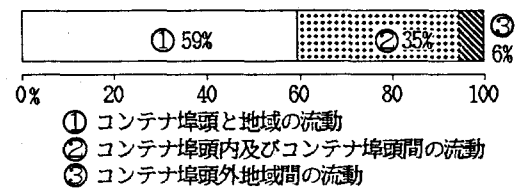


図1 コンテナ流動の種類別構成

(昭和61年、全国、個数/2日間)

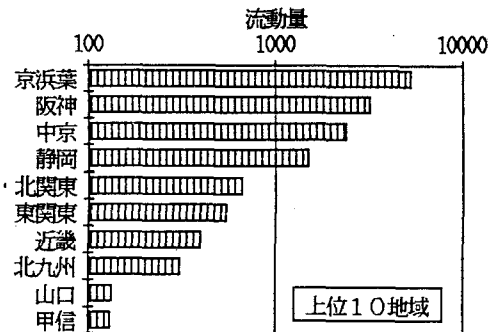


図2 地域別(23分類)コンテナ流動量順位

(昭和61年、個数/2日間)

表2 コンテナ流動の構成図

構成図	主要埠頭	地域ゾーン(23分類)
東日本	東京、横浜 清水	北東北、表東北、裏東北 東関東、北関東、京浜葉 新潟、甲信、静岡
西日本	名古屋 四日市 大阪、神戸	中京、北陸、近畿、阪神 山陰、山陽、北四国 南四国
山口・九州	門司、博多	山口、北九州、中九州 南九州

表1 都道府県別コンテナ流動表（昭和61年，個数／2日間）

地域ゾーン	都道府県	東京	横浜	清水	名古屋	四日市	大阪	神戸	門司	博多	計
23分類	北海道										
	北海道										
	青森		8								8
	岩手	4									4
	宮城	8	12								20
	福島	2	13	1							16
	秋田										
	山形	2	4								6
	茨城	236	96								332
	栃木	138	76								214
	群馬	76	50								126
	埼玉	385	154								539
	千葉	275	133								408
	東京	2123	623								2746
	神奈川	467	1653	18							2138
	新潟	5	2								7
	山梨	4	2	8				4			18
	長野	65	42	6	1						114
	静岡	23	87	1372	15						1497
	愛知		2	3	1656	16	60	245			1982
	岐阜				32	12	2	8			54
	三重			1	206	119	10	11			347
	富山				4			4			8
	石川							4			4
	福井	2					5	1			8
	滋賀				2		62	31			95
	京都						51	90			141
	奈良						54	43			97
	和歌山						55	12			67
	大阪	1					1149	934			2084
	兵庫						72	1050			1122
	鳥取							4			4
	島根							5			5
	岡山						1	72			73
	広島							3			3
	香川							2			2
	愛媛										
	徳島						4				4
	高知										
	山口								134		134
	福岡							4	269	24	297
	佐賀								6	2	8
	長崎								6		6
	熊本								4	14	18
	大分								10		10
	宮崎								36		36
	鹿児島								2	16	18
	沖縄										
計		3816	2957	1409	1916	147	1525	2527	467	56	14820

(4) コンテナ流動の距離特性

コンテナ1個あたりの平均流動距離は、全国平均で47kmである。また、構成圏別で最大のものは山口・九州の84kmである。(表3参照)

また、埠頭からの距離に対する流動量の累積比率は、東日本と西日本において50km圏内で総量の70%、100km圏で90%に達している。平均流動距離の大きい山口・九州においても、100km圏では70%に達している。(図3参照)

これらのことは、コンテナの流動が、埠頭から近距離にある地域に集中していることを示している。

3. 都道府県別コンテナ国内流動分布

3.1 流動に影響を与える要素

コンテナの流動を、地域と埠頭間の交通として考えたとき、コンテナの流動に影響を与える要素としては、次の3つが考えられる。

- a 地域に存在するコンテナ貨物の荷主
- b コンテナ埠頭の規模
- c 地域と埠頭の距離

すなわち、貨物流動は商取引に派生して生じるものであるから、コンテナ輸送の末端には、必ず貨物の荷主が存在する。このため、荷主の多少によりコンテナの流動量も変化すると考えられる。コンテナ内の貨物の積み降しが行なわれている場所は、図4のようにメーカーと倉庫で90%以上を占めている。よって、この2つを荷主と考え、この数がコンテナの流動に影響を与えると考えられる。(a)

次に、コンテナ貨物は、必ずどこかのコンテナ埠頭を経由することになるが、各コンテナ埠頭はその規模が異なるために、流動量もその影響を受けると考えられる。そこで、ここではコンテナ取扱量がコンテナ埠頭の規模を示していると考え(表1参照)、その取扱量がコンテナの流動に影響を与えると考えられる。(b)

さらに、コンテナの流動量は距離の増加に対して、減少傾向となっている。これは、図5によって明らかのように、コンテナの国内流動分布を考えるとコンテナの流動距離は重要な要素と考えられる。

(c)

表3 コンテナの平均流動距離(昭和61年)

	全 国	東日本	西日本	山口・九州
平均距離	47km	46km	44km	84km

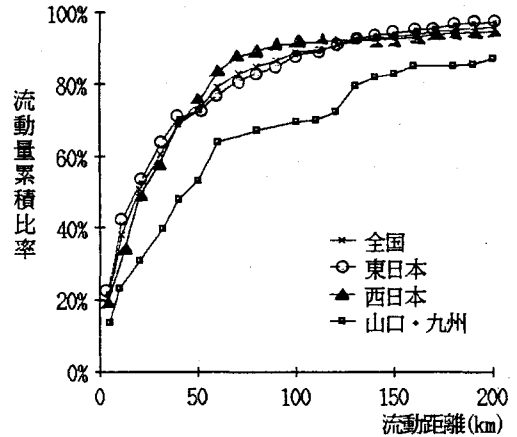


図3 流動距離に対する流動量の累積比率
(昭和61年、個数/2日間)

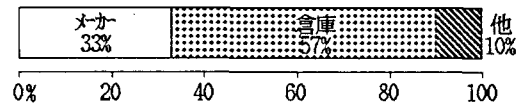


図4 コンテナ内貨物の積み降ろし場所
(昭和61年、全国、個数/2日間)

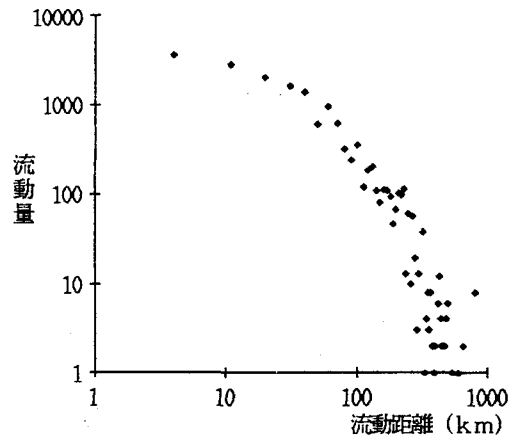


図5 コンテナの流動量と流動距離
(昭和61年、全国、個数/2日間)

3.2 モデルの適用

(1) モデル適用の考え方

コンテナ国内流動が、上述した要素に影響されると仮定したとき、次の2つの考え方ができる。

一つは、全国的な視点からコンテナ国内流動をとらえるとき、荷主数と埠頭の取扱い量を、地域と埠頭の特徴を示すものとし、両者の距離を流動の抵抗と考えることでグラビティモデルの適用が考えられる。(図6参照)

もう一つは、コンテナ貨物が輸出入貨物であるため、その輸送経路は貿易相手国内の地域と日本国内の地域との間の連続したものとなる。このとき、コンテナ埠頭はコンテナにとって通過点と見なすことができる。よって、コンテナ国内流動を連続した輸送経路上の埠頭の位置における、地域に対するポテンシャルとして考え、ポテンシャルモデルの適用を考えることができる。(図7参照)

そこで、ここでは2つのモデルの適用を考えることにする。^{11) 12)}

(2) グラビティモデルの適用

本研究では、次式に示すグラビティモデルを想定し、都道府県単位の流動分布を、三つの構成圏ごとに昭和61年実績値について分析したところ、表4となった。

$$F_{ij} = \alpha \frac{P_i^\beta A_j^\gamma}{D_{ij}^\delta} \quad (1)$$

ただし、 F_{ij} ：コンテナ流動量(個数)⁶⁾

P_i ：地域*i*の荷主数^{14) 15)}

A_j ：埠頭*j*のコンテナ取扱い量⁶⁾

D_{ij} ：地域*i*と埠頭*j*間の距離⁶⁾

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ：係数(非負)

このモデルの重相関係数は、全体としては良好であり、符号条件も満足しているが、山口・九州圏では十分な説明力に至っていない。また、各説明変数の標準偏回帰係数を比較すると D_{ij} の値が最も大きい、しかも D_{ij} の偏回帰係数から、コンテナは内陸遠隔地に対して流れにくいと判断できる。

(3) ポテンシャルモデルの適用

ポテンシャルモデルについても次式を想定し、先と同様に都道府県単位の流動分布を三つの構成圏ごとに分析したところ、表5となった。

$$V_{ij} = c \frac{P_i^{k_1}}{D_{ij}^{k_2}} \quad (2)$$

ただし、 V_{ij} ：コンテナ流動量(個数)⁶⁾

P_i ：地域*i*の荷主数^{14) 15)}

D_{ij} ：地域*i*と埠頭*j*間の距離⁶⁾

c, k_1, k_2 ：係数(非負)

この分析結果において符号条件は満足されており、重相関係数の値もこのモデルを否定できない水準にあるが、山口・九州圏ではここでも重相関係数は低くなっている。また、 D_{ij} の標準偏回帰係数の値は P_i と比較して大きく、このモデルにおいても流動に対する距離の影響は大きい。

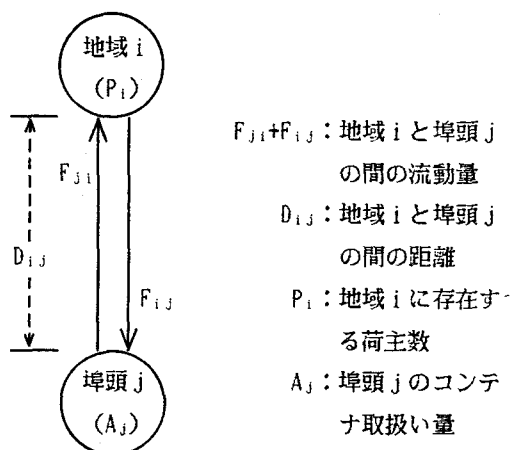


図6 グラビティモデル適用の考え方

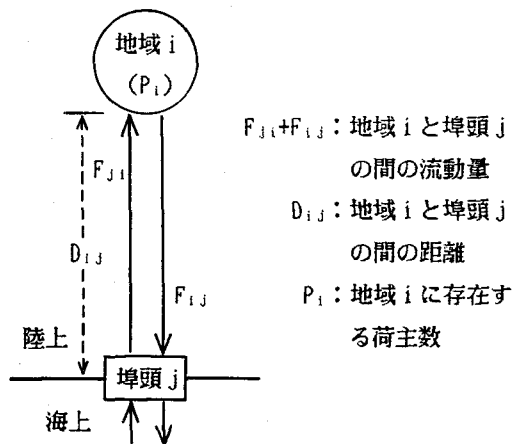


図7 ポテンシャルモデル適用の考え方

3.3 モデルの比較

二つのモデルの分析結果を比較すると、重相関係数の値は、わずかであるが一樣にポテンシャルモデルの方が小さくなっている。(表4、表5参照)これは、(2)式に埠頭の要素が考慮されていないことが原因と考えられるが、重相関係数の違いがわずかなことから、流動に対する埠頭の影響は、あまり大きくないと考えられる。

また、どちらのモデルが適当かについては、今回の分析における重相関係数の値から明確に判断することはできない。しかしながら、3.2の(1)で述べたように、両モデルの特徴を考えると、コンテナの国内流動そのものについて分析する場合は、グラビティモデルを適用し、埠頭をコンテナの経由地として分析する場合は、ポテンシャルモデルを適用すべきと考えられる。

3.4 コンテナ国内流動の構成圏別特徴

(1) モデルの標準偏回帰係数による特徴

前節の分析における(1)式の標準偏回帰係数(表4参照)を構成圏別に比較すると、 δ' (距離の係数)は東日本より西日本の方が大きく、 β' (荷主数の係数)と γ' (コンテナ取扱量の係数)は、西日本より東日本の方が大きい。これは、東日本が西日本に対して、相対的にコンテナの流動範囲が広いことを示している。

この傾向は、(2)式の標準偏回帰係数を比較しても同様である。(表5参照)

なお山口・九州については、相関係数が低いこと、及び流動量が東日本や西日本と比べてかなり少ないことから、ここでは比較の対象とはしていない。

(2) コンテナ流動量による特徴

コンテナ流動量の構成圏別の比率を個数単位で示すと、図8となる。これによれば、流動量は東日本が一番多く、西日本との差が明らかである。また、流動量の構成圏別の比率を個数・km単位で示すと、図9となる。これによれば、東日本が西日本を更に大きく上回っている。

よって、より多くのコンテナをより遠くにという観点で見た場合、東日本が西日本より優位にたっていると判断でき、これが(1)式、(2)式の係数に現われたものと考えられる。

表4 グラビティモデルによる分析結果

分析内容		全国	東日本	西日本	山口・九州
重相関係数		0.782	0.875	0.826	0.539
偏回帰係数	α	1.186×10^2	2.926×10^{-3}	5.185×10^2	3.004×10^0
	β	0.504	0.818	0.403	0.675
	γ	0.430	1.545	0.564	0.121
	δ	1.508	1.432	2.002	0.445
標準偏回帰係数	β'	0.216	0.283	0.189	0.334
	γ'	0.214	0.236	0.199	0.097
	δ'	0.677	0.623	0.810	0.331

表5 ポテンシャルモデルによる分析結果

分析内容		全国	東日本	西日本	山口・九州
重相関係数		0.757	0.843	0.805	0.534
偏回帰係数	c	5.408×10^2	6.539×10^2	1.535×10^4	2.622×10^0
	k_1	0.667	0.803	0.396	0.763
	k_2	1.328	1.419	1.825	0.355
標準偏回帰係数	k_1'	0.286	0.278	0.186	0.377
	k_2'	0.596	0.617	0.738	0.264

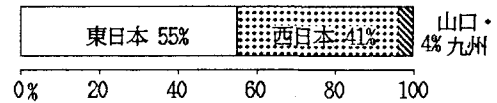


図8 コンテナの個数単位の流動量比率
(昭和61年、個数/2日間)

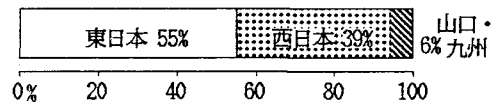


図9 コンテナの個数・km単位の流動量比率
(昭和61年、個数・km/2日間)

4. コンテナ埠頭別コンテナ国内流動分布

4.1 モデルの適用

コンテナの国内流動分布は、コンテナが経由するコンテナ埠頭によって、その分布が異なると考えられる。(図10参照)そこで、データの少ない四日市埠頭と博多埠頭を除いた7つの埠頭のそれぞれについて、次式に示すポテンシャルモデルを用い、コンテナ埠頭別の流動分布を分析したところ表6となった。

$$V_i = c \frac{P_i^{k_1}}{D_i^{k_2}} \quad (3)$$

ただし、 V_i : コンテナ流動量(個数)⁶⁾

P_i : 地域*i*の荷主数^{14) 15)}

D_i : 地域*i*と埠頭間の距離⁶⁾

c, k_1, k_2 : 係数(非負)

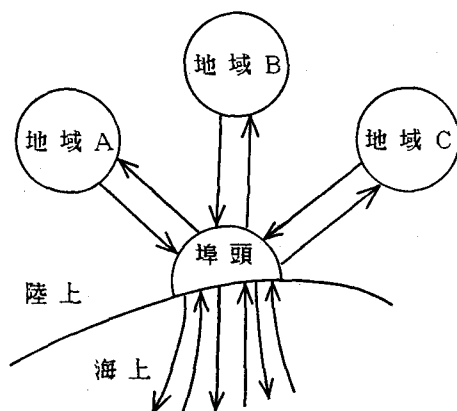


図10 コンテナ埠頭別モデルの考え方

4.2 モデルによるコンテナ埠頭別特徴

表6の係数によって説明変数の影響を比較すると、①清水埠頭、名古屋埠頭では、特に距離の影響が大きく荷主数の影響が小さいこと、②神戸埠頭、門司埠頭では、比較的荷主数の影響が大きいこと、が明らかである。

①の原因としては、清水埠頭、名古屋埠頭が京浜、阪神という2大都市圏の中間に位置しており、東京埠頭、横浜埠頭及び大阪埠頭、神戸埠頭によって流動の範囲が制限され、遠距離の流動が少ないためと考えられる。このことは、表1における清水埠頭と名古屋埠頭の流動分布を見ても明らかである。

次に、②の原因として、神戸埠頭の場合は、背後に六甲山地が存在する地理的条件から、比較的遠方にある荷主のコンテナが、多く流動しているためと考えられる。このことは表1における神戸埠頭と大阪府の流動量が多いことを見ても明らかである。

また、門司埠頭の場合は、大阪埠頭、神戸埠頭の影響範囲を超えた位置にあり、かつこれらの埠頭より南に大きなコンテナ埠頭が存在しないため、遠方にある荷主との関係が大きいことによると考えられる。(表1参照)

5. おわりに

本研究は、海上輸出入コンテナの国内流動を交通現象の一つとしてとらえ、その現状を定量的に把握することを試みた。その結果、次の点が明らかになった。

- 1) コンテナ国内流動には東日本、西日本及び山口・九州の3つの構成圏が存在する。

表6 コンテナ埠頭別流動分布の分析結果

分析内容	東京	横浜	清水	名古屋	四日市	大阪	神戸	門司	博多
重相関係数	0.875	0.826	0.932	0.923	—	0.862	0.906	0.847	—
偏回帰係数	c	1.180×10^4	3.784×10^4	9.044×10^5	2.160×10^5	—	2.516×10^4	1.791×10^3	8.170×10^1
	k_1	0.576	0.296	0.209	0.316	—	0.460	0.947	0.980
	k_2	1.783	1.665	2.559	2.494	—	2.023	1.735	1.137
標準偏係数	k_1'	0.197	0.114	0.076	0.083	—	0.230	0.453	0.360
	k_2'	0.762	0.744	0.906	0.876	—	0.766	0.667	0.526

- 2) コンテナの平均流動距離は短く(全国平均47km)、また構成圏ごとに多少の違いがあるものの、コンテナ流動距離は100km以下が大部分である。
- 3) コンテナ国内流動に影響を与える要素について考えたところ、グラビティモデルとポテンシャルモデルの適用が考えられる。
- 4) 都道府県別のコンテナ国内流動分布は、グラビティモデルとポテンシャルモデルが当てはまる。両モデルの特徴を考えると、コンテナの国内流動そのものについて分析する場合は、グラビティモデルを適用し、埠頭をコンテナの経由地として分析する場合は、ポテンシャルモデルを適用すべきと考えられる。
- 5) コンテナ埠頭別のコンテナ国内流動分布は、ポテンシャルモデルが当てはまり、これは特定の埠頭に着目して考える場合に有効と考えられる。

今後の課題としては、1)、2)の原因を明らかにすることや、3)、4)、5)についてより厳密な分析を行なうこと、があげられる。

はじめに述べたように、日本のコンテナ輸送の歴史が約20年と浅いため、研究データの蓄積がまだ十分に行なわれていない。物流の合理化を考えるにあたって、海上輸出入コンテナの国内流動を把握することは重要であり、今後もコンテナ国内流動に対する調査・研究を充実させて行くことが必要と考えられる。

最後に、今回の研究にあたって、ご助言を賜った東京商船大学教授の山田猛敏先生及び東京商船大学名誉教授の西山安武先生に深く感謝の意を表します。また、資料の提供等多大なご協力を得た、(社)日本海上コンテナ協会の方々及び(社)日本倉庫協会の方々に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 運輸省港湾局、「昭和61年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査」、昭和62年
- 2) 木村、山口、「ミクロ企業行動に基づく外貿コンテナ貨物需要予測手法に関する研究」、第38回土木学会全国大会年次学術講演概要集IV-69、p137~p138、昭和58年
- 3) 松本、堀川、「輸送在庫費用を考慮したコンテナ貨物の港湾選択モデルについて」、第37

- 回土木学会全国大会年次学術講演概要集IV-3、p3~p4、昭和57年
- 4) 稲村、山田、金子、「港湾貨物の背後圏の合理的設定法に関する統計的研究」、運輸省港湾技術研究所報告、16巻2号、p63~p111
- 5) 三木、今井、「国際海上コンテナの運用計画に関する考察」、日本航海学会論文集第78号、p103~p112、昭和63年
- 6) (社)日本海上コンテナ協会、「国際大型コンテナ流動実態調査報告書」、昭和61年、昭和58年
- 7) 渡辺、山田、苦瀬、「海上輸出入コンテナの陸上輸送の特性に関する研究」、第43回土木学会全国大会年次学術講演概要集、昭和63年
- 8) 渡辺、「外貿コンテナの国内流動に関する考察-I。一九州地区の特性について」、日本航海学会論文集第78号、p113~p120、昭和63年
- 9) 渡辺、「外貿コンテナの国内流動に関する考察-II。一東日本地区の特性について」、日本航海学会論文集第79号、昭和63年
- 10) 渡辺、「東京湾岸における海上輸出入コンテナ貨物の流動構造に関する考察」、東京商船大学第36回学術講演論文集p17~p20、昭和63年
- 11) 鈴木、「物資輸送の計測と予測」、交通日本社、昭和44年
- 12) 伊吹山、「交通量の予測」、技術書院、昭和61年
- 13) 太田、「交通システム計画」、技術書院、昭和63年
- 14) 通商産業省、「昭和60年工業統計表(市区町村編)」、昭和62年
- 15) (社)日本倉庫協会、「昭和61年会員名簿」、昭和61年
- 16) 原田、太田、永井、鈴木、「交通需要予測制度の事後分析-既存予測事例レビューに基づく考察-」、土木学会、土木計画学研究講演集No.9、p321~p327、昭和61年
- 17) 森地、田村、屋井、兵藤、「観光交通量予測モデルの事後的分析」、土木学会、土木計画学研究論文集No.4、p125~p132、昭和61年
- 18) 要藤、鹿島、古堅、「国内航空貨物の需要予測方法に関する研究」、第39回土木学会全国大会年次学術講演概要集IV-65、p129~p130、昭和59年
- 19) 林、「流通研究入門(正・続)」、日本経済新聞社、昭和50年
- 20) 運輸省貨物流通局、「数字で見る物流」、昭和61年
- 21) 運輸省運輸政策局、「運輸経済統計要覧」、昭和61年
- 22) (社)日本海上コンテナ協会、「最新コンテナリゼーション総覧」、成山堂書店、昭和53年
- 23) 飯田、「コンテナ輸送の原点」、成山堂書店、昭和48年