

港湾計画改訂における品目別コンテナ貨物量予測手法の比較分析

(正) 中川元気 (国土技術政策総合研究所)、長津義幸 (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)

1. はじめに

港湾計画は、一定の水域と陸域からなる港湾空間において、開発、利用および保全を行うにあたっての各港の指針となる基本的な計画であり、重要港湾以上の港湾管理者は、港湾の開発、利用および保全ならびに港湾に隣接する地域の保全に関する事項に関する計画を定めこととなっている（港湾法第三条の三）。港湾施設の整備に対する国の負担金や補助金の拠出は、港湾計画に位置付けられた施設に限られるため、施設の新規整備や改良にあたっては、港湾計画への位置づけが必要となる。

港湾計画の改訂においては、10～15 年先の将来を目標とした港湾の取扱貨物量その他の能力を設定し、その能力に応ずる港湾移設の規模および配置を定めるとの手順になっている。すなわち、取扱貨物量の将来予測は、必要な港湾施設の規模及び配置の根拠となる数値であり、計画内容を規定する根幹となる重要事項である。取扱貨物量は、輸移出入別品目別に予測することが一般的であり、具体的予測手法は、企業ヒアリングやアンケートにより収集した企業情報を活用するミクロ予測と、経済社会指標との相関分析や実績値のトレンド分析（時系列予測）を行うマクロ予測に大別される¹⁾。

取扱貨物量の将来予測においては、予測手法の選択や予測条件の設定はその精度に大きな影響を与える重要な事項であるが、既往の文献の中では、予測手法間の比較分析は前例が見当たらない状況にある。以上の状況を踏まえ、本研究では、港湾管理者やコンサルタントの担当者において参考となるよう、マクロ予測の各手法を用い、日本全体の品目別コンテナ貨物量を予測して手法間の比較分析を行った。

2. コンテナ貨物量の予測手法

2.1 港湾計画での一般的な予測手法 港湾計画では一般に、取扱貨物量の予測は公共・専用別、輸移出入別、荷姿（コンテナ、一般等）別、品目別に行われている。コンテナ貨物量の将来予測においては、コンテナ貨物と一般貨物（コンテナ以外のバルク貨物等）を別々に予測する場合と、両貨物量を合計した公共貨物量を予測し、コンテナ化率を乗じてコンテナ貨物量を算出する方法とがあり、どちらを選択するかは、当該港湾のコンテナ貨物と一般貨物の品目構成に依る部分大きい¹⁾。

2.2 予測の概要 本研究では、表－1 に示す入力データおよび手法により、2019 年の主要品目別コンテナ貨物量を予測し、2019 年実績値との比較を行った。入力データとしては、港湾統計において輸出入別に取り扱いの多い上位 20 品目について、期間の違いによる影響を評価するため(1)中期（2001～2010 年）、(2)長期（1994～2005 年）の 2 通りの期間における、コンテナ貨物

表－1 入力データおよび予測手法

入力データ	品目	輸出入別に取り扱いの多い上位20品目
	期間	(1) 中期：2001～2010年 (2) 長期：1994～2005年
	貨物量	(a) コンテナ貨物量 (b) 公共貨物量×コンテナ化率
予測手法	分析手法	〈経済社会指標〉 ①GDPとの相関分析 ②人口との相関分析 ※①②ともに輸出では最大輸出相手国、輸入では日本の数値との相関を分析 〈トレンド〉 ③直線回帰によるトレンド分析 ④対数回帰によるトレンド分析
	貨物量推計	(a) コンテナ貨物量を直接推計 (b) 公共貨物量を推計した上で、コンテナ化率を乗じてコンテナ貨物量を推計 ※コンテナ化率は、入力データの最終年で固定と個別推計の2パターンで推計

量と公共貨物量を用いた。予測手法としては、一般的に使用されている①GDP との相関分析、②人口との相関分析、③直線回帰によるトレンド分析、④対数回帰によるトレンド分析の計4手法を採用し、コンテナ貨物量を(a)直接予測、(b)公共貨物量×コンテナ化率による予測の2通りで予測した。なお、各指標の将来値については、GDP は、輸出は相手国の予測値を IMF の World Economic Outlook より、輸入は我が国の予測値を内閣府公表の国民経済計算年報より、人口は、輸出は相手国の予測値を UN の World population Prospects の中位推計より、輸入は我が国の予測値を総務省予測値の中位推計より、2019 年の実績値を用いた。なお、輸出相手国は、実績で最大のコンテナ量の国とした。

2.3 経済社会指標による相関分析 経済社会指標による相関分析のイメージとして、①GDP との相関分析による例を図-1に示す。実績値により比例関係を導き、指標の将来値により予測する方法である。結果については、一般に、各指標と貨物量が良い相関関係にあるか、すなわち決定係数が一定以上の場合には予測結果として採用するとの手順をとる。本研究では、横浜港の例²⁾を参考に、決定係数 $R^2 \geq 0.64$ のときに指標との相関関係が十分にあり、有意であると判定し、2019 年の貨物量を算出した。

2.4 トレンド分析 トレンド分析は過去の取扱貨物量の時系列の動向のみから将来値を予測する手法であり、一般に直線回帰が広く用いられているが、大阪港³⁾等では対数回帰も使用されている。本研究においても③直線回帰と④対数回帰によるトレンド分析を行い、経済社会指標による相関分析と同様に決定係数 $R^2 \geq 0.64$ のときに相関関係が十分にあり、有意である判定し、2019 年の貨物量を算出した。

③直線回帰によるトレンド分析は、将来も実績期間と同様の環境が続くとの前提に基づいているが、2009 年の世界不況のような特殊要因を考慮し、図-2の例に示す通り、2009 年の不況で一時的に落ち込んだ貨物量を基点とした算定も行った。

2.5 コンテナ化率の予測 (b)公共貨物量×コンテナ化率による予測では、将来のコンテナ化率の設定方法として、実績期間最終年のコンテナ化率で固定する方法と、実績期間のコンテナ化率の推移から 2019 年値を予測する方法の2通りを採用した。後者のコンテナ化率の予測では、100%を超えない範囲で、設定した最終コンテナ化率に漸近していく曲線として、式(1)により予測を行った。

$$PC_{2019} = \frac{PC_U}{1 + \exp(\alpha - \beta \cdot T)} \quad (1)$$

ここに、 PC_{2019} 、 PC_U ：2019 年および最大のコンテナ化率、 T ：西暦年、 α 、 β ：パラメータであり、式(1)の予測式の決定係数 $R^2 \geq 0.50$ の場合に予測式が有意であるとし

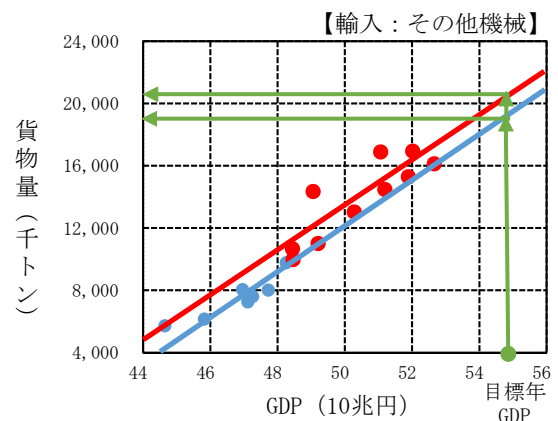


図-1 経済社会指標による予測例

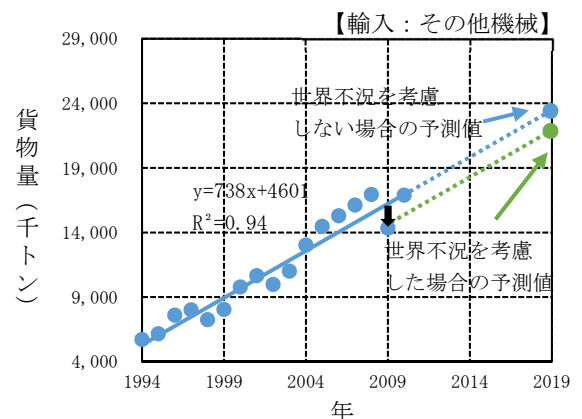


図-2 世界不況を考慮した予測例

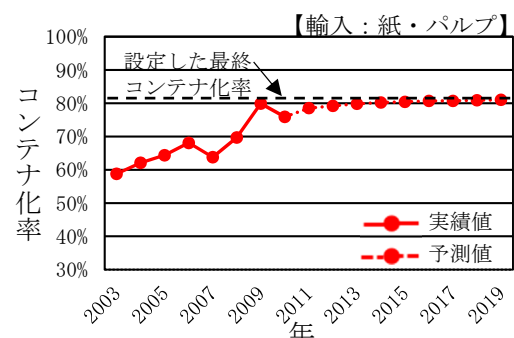


図-3 コンテナ化率予測例

て採用した。なお、図－3の例に示す通り、最大コンテナ化率は、100%を超えない範囲で、実績期間のコンテナ化率の平均値に標準偏差の2倍を追加した値として設定した。

3. 予測結果

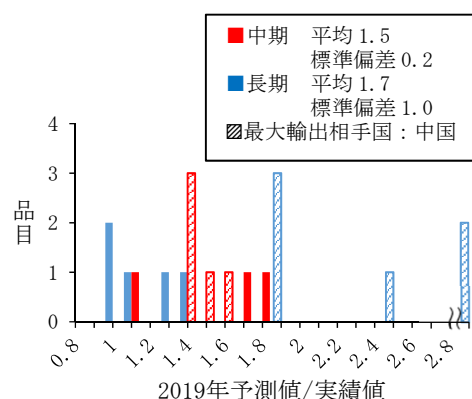
3.1 予測結果の概要 予測結果の一覧を表－2に示す。品目数は、対象 20 品目のうち決定係数 $R^2 \geq 0.64$ で採用された品目数を表し、2019 年予測値/実績値の平均は予測結果の水準を表し、標準偏差は予測結果のばらつきを表している。全般的に見て、(a)直接予測、(b)公共貨物量×コンテナ化率による予測では、概ね同様の結果であった。また、一つの方法での採用品目数は、最大でも 15 であったことから、予測にあたっては、複数の手法を兼ね合わせる必要があることを示している。以下では、それぞれの結果の詳細を確認する。

表－2 コンテナ貨物量予測結果

指標		輸出				輸入			
		(a) コンテナ貨物		(b) 公共貨物量×コンテナ化率(固定)		(a) コンテナ貨物		(b) 公共貨物量×コンテナ化率(固定)	
		中期	長期	中期	長期	中期	長期	中期	長期
①GDP	$R^2 \geq 0.64$ の品目数	8	11	6	7	10	15	8	9
	2019年予測値/実績値の平均	1.5	1.7	1.7	2.1	1.0	1.0	1.0	0.8
	2019年予測値/実績値の標準偏差	0.2	1.0	0.8	1.1	0.2	0.3	0.1	0.2
②人口	$R^2 \geq 0.64$ の品目数	9	12	5	10	3	13	－	9
	2019年予測値/実績値の平均	1.2	1.0	1.2	1.2	0.1	0.5	－	0.7
	2019年予測値/実績値の標準偏差	0.4	0.4	0.6	0.9	0.3	0.2	－	0.6
③直線回帰	$R^2 \geq 0.64$ の品目数	9	12	5	11	12	15	10	8
	2019年予測値/実績値の平均	1.2	1.5	1.3	1.5	1.1	1.2	1.0	1.1
	2019年予測値/実績値の標準偏差	0.4	1.0	0.6	1.2	0.3	0.4	0.3	0.2
③'直線回帰 (世界不況考慮)	$R^2 \geq 0.64$ の品目数	9	12	5	11	12	15	10	8
	2019年予測値/実績値の平均	1.1	1.3	1.2	1.3	1.0	1.1	1.0	0.9
	2019年予測値/実績値の標準偏差	0.4	0.6	0.6	0.7	0.3	0.3	0.3	0.2
④対数回帰	$R^2 \geq 0.64$ の品目数	11	9	5	6	11	11	10	7
	2019年予測値/実績値の平均	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9	0.8	0.9	0.7
	2019年予測値/実績値の標準偏差	0.3	0.6	0.4	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1

3.2 経済社会指標による予測結果 ①GDP との相関分析は輸入では全般的に実績値を良く再現できていたのに対し、輸出では過大予測となる傾向がみられ、特に中国が最大輸出相手国の場合に過大予測となっており、予測値の実績値に対する比は長期で平均 2.6 となっていた（図－4）。これは、中国の部品内製化の進展により GDP の伸びに比べて部品輸入が伸びていない状況が影響していると想定される。GDP との相関分析を用いる際には、輸出相手国の貿易構造の変化に留意が必要である。

②人口との相関分析は、輸入では、全般的に過小予測となる傾向がみられた。予測に用いた日本の人口の実績値が、長期では 2005 年まで、中期では 2010 年までであるのに対し、実際には 2011 年以降減少に転じており、実績値の範囲では微増していた日本の人口と貨物量が見かけ上相関していたものの、人口減少期に入ってもコンテナ量が増加しており、コンテナ量と人口の因果関係は実際にはそれほど強くなかったことが一因として考えられる。人口が減少に転じた社会において貿易がどのように変化するかはまだ明らかではない部分が多く、輸出においても、相手国の人口が減少に転ずることが予測されている場合に、人口との相関分析を適用するのは適切ではない場合も想定される。また、輸出では、標準偏差が大きく予測結果のばらつきが大きかった。



図－4 GDP による相関分析結果（輸出）

3.3 トレンド分析による予測結果 ③直線回帰によるトレンド分析は、輸出の、特に長期においては過大予測となる傾向がみられたが、同時に標準偏差も大きかった。一方、直線回帰の予測に対して、世界不況による貨物量の一時的落ち込みを考慮することで予測水準が実績値に近くなる傾向がみられたことから、例えば今般のコロナ禍の影響を考慮するために、同様の手法が有効である可能性が想定される。

④対数回帰によるトレンド分析は、輸出では世界不況による落ち込みを考慮しなくとも、予測値が実績と平均的にほぼ同じ水準になった。一方、輸入では平均的に少し過小な予測となる傾向がみられた。

3.4 コンテナ化率の予測結果 (b)公共貨物量×コンテナ化率による予測において、コンテナ化率を固定した場合と、式(1)により予測した場合との中期の結果を表-3に示す。多くの品目で、最新値で固定するより予測することにより実績値に近くなっており、その結果としてコンテナ量の予測値でも精度改善が見られた。公共貨物量の予測値にコンテナ化率を考慮する方法においては、コンテナ化がほぼ限界に達した⁴⁾とされている現状においても、本研究で確認した範囲においては、コンテナ化率を予測する方が好ましいとの結果であった。

表-3 コンテナ化率予測結果(中期)

品目		2019年実績 コンテナ化率	式(1)による コンテナ化率 推計値	2019年実績 コンテナ化率
輸出	輸送機械	48.5%	52.4%	43.1%
	染料、塗料 合成樹脂他	99.2%	99.9%	100.0%
	鉄鋼	39.2%	41.9%	54.9%
	非鉄金属	94.0%	95.9%	98.3%
輸入	その他機械	99.5%	100.0%	95.8%
	染料、塗料 合成樹脂他	95.7%	98.4%	98.3%
	木製品	66.5%	69.9%	82.9%
	原木	47.6%	51.7%	67.3%
	非鉄金属	58.6%	59.4%	78.6%
	紙・パルプ	75.9%	81.0%	86.9%
	水産品	94.7%	95.6%	96.9%

□コンテナ化率推計により改善がみられた値

3.5 貨物特性についての考察 貨物特性による予測結果の違いを把握するため、輸入の予測値の平均水準を表-4に整理した。金属機械工業品等の工業品の輸入は、農林水産品の輸入に比べて、GDPとの相関分析で予測精度の高い品目が多くみられた。貨物特性として、GDPとの関係性が強いことが想定され、手法の選択において一つの参考情報となる可能性がある。ただし、輸出では貨物特性による強い傾向はみられなかった。

表-4 品目別予測結果

品目		輸入コンテナ貨物 ①GDP	
		中期	長期
農産品	野菜、果物		
	その他農産品		
	その他畜産品		
	水産品		
金属機械工業品	鉄鋼	◎	
	非鉄金属	○	
	金属製品	◎	
	輸送機械		○
	その他機械	◎	◎
化学工業品	化学薬品		
	染料、塗料、合成樹脂	○	
軽工業品	紙パルプ		
	その他繊維工業品	○	
	その他食料工業品	◎	○
雑工業品	日用品		○
	ゴム製品		
	木製品		○

◎2019年実績値比1.0、○2019年実績値比0.9-1.1

4. おわりに

本研究では、港湾計画の取扱貨物量の将来予測の参考とするため、マクロ予測の各予測手法を用いて日本全体の品目別コンテナ貨物量を予測し、手法間の比較分析を行うことで、各手法の特徴や留意点を明らかにした。それぞれの予測手法の特徴を把握することで、港湾計画における貨物量予測作業が、より効率的に行われ、その精度が向上することを期待する。

参考文献

- 1) 赤倉康寛, 中川元気: 港湾計画における取扱貨物量の 港湾計画における取扱貨物量の将来予測手法の分析, 国土技術政策総合研究所資料, No.1178, 2021.
- 2) 横浜港港湾計画改訂, 平成 26 年 11 月改訂
- 3) 大阪港港湾計画改訂, 平成 31 年 3 月改訂
- 4) 松田琢磨他: 東アジア域内におけるバルク貨物コンテナ化の要因, 土木学会論文集 D3, Vol.73, No.5, 2017.