

わが国の港湾経営に関する実証分析

——政府の港湾政策や管理形態の効果の検証——

酒 井 裕 規

- I はじめに：研究の背景と問題意識
- II 日本港湾の概況と港湾政策
 - 1 日本の港湾概況
 - 2 近年の港湾政策と港湾運営会社制度
- III 港湾経営に関する先行研究
 - 1 海外における港湾効率性の研究
 - 2 日本における港湾経営の研究
- IV 港湾の費用構造と生産性の測定
 - 1 費用関数による港湾生産性の分析
 - 2 変数とデータの説明
 - 3 費用関数の推定結果および TFP の計算結果
- V まとめと課題

I はじめに：研究の背景と問題意識

かつて、日本港湾はコンテナリゼーションにいち早く対応した港湾整備を行い、港湾の優位性を基盤にアジアにおけるハブ機能を担うことにより、経済・産業を大きく発展させ、高度経済成長を遂げてきた。しかし、1985年以降、コンテナターミナル等の整備が一段落し、またコンテナ船の大型化時代は終焉を迎えたという考え方が主流となったことから、さらに進んだ船の大型化に対応が遅れることとなった。日本のコンテナターミナル整備が止まるなか、他の東アジア諸国の港湾整備が続々と完成し、香港やシンガポールなどアジアの港湾が大きくなり、日本港湾のコンテナ取扱個数は伸び悩むこととなった。1990年代以降もこの傾向が続き、これに追い打ちをかけるように1995年の阪神淡路大震災を契機とした神戸港集約貨物の釜山港への流出、そして1950年港湾法が創設して以来の地方分権の制度により各々の港湾管理者が散漫な投資をした結果、今日にいたるまで日本港湾の国際競争力の低下が続いている。今日では我が国の港湾は、釜山や上海、シンガポールなど東アジアの大規模港湾との間で強烈な競争に晒されている。

このような現状の中で、2000年以降、国際競争力を強化するために国の関与が強められ、2010年6月に「21世紀日本の復活に向けた21の国家戦略プロジェクト」が提示された。その中で、港湾については、「港湾の選択と集中を進め、民間の知恵と資金を

活用した港湾経営の実現等を図る」という方針が明示された。これを法制度面から措置するために国土交通省により「選択と集中」と「港湾運営の民営化」を柱とする港湾法の改正が行われた¹。さらに、2014年1月には国際コンテナ戦略港湾政策推進委員会を設置し、戦略港湾への広域からの貨物集約等による「集貨」、戦略港湾背後への産業集積による「創貨」、大水深コンテナターミナルの機能強化や港湾運営会社に対する国の出資制度の創設等による「競争力強化」の3本柱からなる政策課題を提起された。

このように国の港湾政策が一気に国際競争力の推進に転換されるなかで、港湾運営の効率化と港湾利用コストの削減などの利便性を上げることを目的とした港湾運営会社による経営が求められ、コンテナ港湾の整備・運営方式も「公設公営」からインフラ部分の建設・維持管理は公的組織が担い、港湾の運営を民間事業者が行ういわゆる上下分離形態である「公設民営」へと大きく変換した。

しかし、国際コンテナ戦略港湾政策が創立されて以来、日本港湾の国際競争力が本当に高められたのか、そして「民」の知恵と資本の導入より港湾の経営状況が改善されたのかについての検証は十分になされているとは言い難い。また、後述するように、世界の港湾民営化や民間活用についての先行研究の分析からは、民間参入は必ずしも港湾運営に良い影響をもたらすという結果ばかりではないことから、ただ民間活用をすれば自動的に港湾運営の効率性が向上するわけではない。そのため、日本のケースで言うと民間活用つまり港湾運営会社制度による公共と民間の役割分担やガバナンス方法が適切であるかについて検討が必要となる。

そこで本研究は、近年の港湾政策、また港湾管理者と民間企業によるガバナンスが効率的な運営にどのような影響があるのかについて焦点を当てて実証的に検証を行うこととする。その影響を検証するにあたり、現状の港湾の経営状況を計測するに留まらず、港湾政策や民間活用、そして今まで多く議論されている港湾管理形態や港湾の運営環境などの要因を含め、その要因が港湾運営の費用構造にどのような影響があるかについて明らかにする。以上より、日本の港湾運営に関する政策や制度の効果を定量的に把握するとともに、今後の港湾運営における民間活用方法などの必要性について議論を行う。

これ以降の本研究の構成は以下のとおりである。本章に続くⅡ節では、日本港湾の現状と近年の港湾政策や制度などの紹介を行う。Ⅲ節では港湾運営の効率性の測定や各種政策、特に民間活用に関する既存の先行研究を紹介する。Ⅳ節では先行研究をもとにモデルを構築し、我が国の入手可能な港湾データより実証研究を行う。具体的には、トランスログ型費用関数による推定を行い、そのパラメータを用いた全要素生産性 (Total Factor Productivity: TFP) の計測および生産性の要因分解を行い、Ⅴ節では、本研究の

1 国土交通省 (2011) 『港湾法改正 (港湾の種類の見直し・基本方針・港湾運営会社関係) について』
http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_sub_tk2_sub_000003.html

実証分析より得られた推定結果を用いて若干の政策的なインプリケーションおよび今後の研究課題を述べることとする。

II 日本港湾の概況と港湾政策

1 日本の港湾概況²

ここでは本研究が対象とするこれまでの我が国の港湾政策について簡単に概観していく。まず、我が国港湾の港格について、政府は港湾の国際競争力強化のため、これまでに第1表のような政策を実施してきた。特に、2004年に開始したスーパー中枢港湾政策は、京浜港、伊勢湾、阪神港の3港湾を主要港湾に選定し、集中投資を行うとしたことから国際競争力の強化が期待されてきた。しかし、結局のところ国際的な地位を回復するには至らず、日本港湾の競争力は低下を続けた。そしてスーパー中枢港湾政策の体制から、政府は更なる絞り込みを行う必要があるとし、2010年8月に将来のハブ港湾を目指すべく、京浜港、阪神港を「国際コンテナ戦略港湾」に選定した。これらの港湾を法的に位置づけるために、2011年港湾法の改正により第1図のように港格の改正を行なっている。その結果、現在、日本の港湾には国際戦略港湾、国際拠点港湾、重要港湾、地方港湾というカテゴリーが存在している。このうち国土交通省に港湾データが公表されたのは重要港湾以上の港湾のみであるため、本研究で対象とするのはこの3つカテゴリーとし、これ以降はこの3つのカテゴリーに焦点を絞って説明を行う。

「国際戦略港湾」は、京浜港（東京港、川崎港、横浜港）と阪神港（大阪港、神戸港）が該当する。これらの港湾はすでに国際コンテナ戦略港湾に位置付けられていたが、港湾への支援を国家戦略と見なし推進するということを確認化するため「国際戦略港湾」というカテゴリーが作られている。「国際戦略港湾」は、長距離の国際海上コンテナ運送に係る国際海上貨物輸送網の拠点となり、かつ当該国際海上貨物輸送網と国内海上貨物輸送網とを結節する機能が高く、国内ハブ港湾として機能を果たしている。

第1表 国際競争力強化についての政策

国際競争力強化	2004年	「スーパー中枢港湾政策」によって、スーパー中枢港湾の指定
	2005年	スーパー中枢港湾に指定された京浜港（東京港、横浜港）、伊勢湾（名古屋港、四日市港）、阪神港（大阪港、神戸港）を「指定特定重要港湾」として法的に位置づけ
	2010年	京浜港（東京港、横浜港）、阪神港（大阪港、神戸港）を国際コンテナ戦略港湾に指定
	2011年	港湾法の改正 国際コンテナ戦略港湾に指定された京浜港（東京港、横浜港、川崎港）及び阪神港（大阪港、神戸港）を「国際戦略港湾」として法的に位置づけ

2 本章の記述は、主に黒田（2014）および津守（2017）を参照したものである。

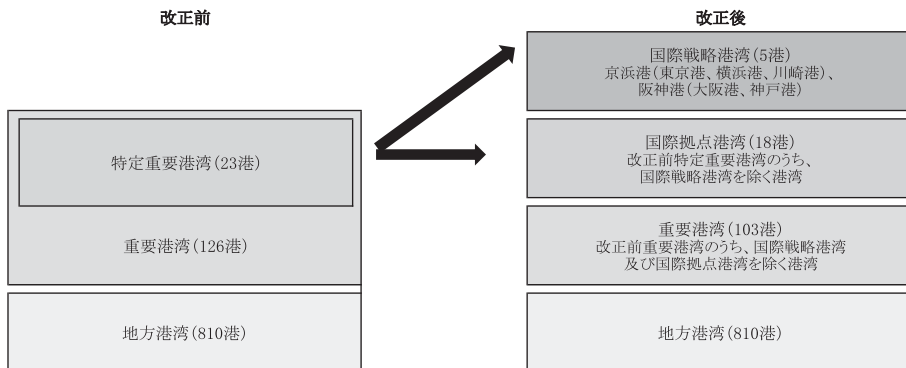
「国際拠点港湾」は18港（室蘭港，苫小牧港，仙台塩釜港，千葉港，新潟港，伏木富山港，清水港，名古屋港，四日市港，堺泉北港，姫路港，和歌山下津港，水島港，広島港，徳山下松港，下関港，北九州港，博多港）が該当する。国際拠点港湾は、今後の港湾の伸びを期待し、国際海上貨物輸送網の拠点になりうる港湾が選定されている。³「国際拠点港湾」は、外貿コンテナ貨物量が多く、国際海上貨物輸送網の拠点となっているが、「国際戦略港湾」と比べ国内の遠隔地の集荷能力が求められていない。

最後に「重要港湾」は、海上輸送網の拠点となる港湾やその他の国の利害に重大な関係を有する103港湾が該当する。その役割としては、①安価で効率的な物流の輸送網拠点であること、②必需物資を取り扱う拠点であること、③日本全国で格差の少ない発展に寄与する拠点であること、④政策的な要請に対応すること、が挙げられる（宮本(2015)）。

次に、日本の港湾の運営主体である港湾管理者について概観する。日本の制度上では、港湾計画の作成、港湾施設の維持や港湾開発などの管理運営を行っている主体を港湾管理者と呼び、その全てが地方公共団体となっている。具体的にみると、港湾管理者は港務局、都道府県・市町村という地方公共団体あるいは特別地方公共団体（一部管理組合）が設立することという規定があり、⁴夫々港務局が1（新居浜港）、複数の地方公共団体からなる管理組合が3、都道府県が598、市町村が327の計993の組織がある（港湾管理者の構成は以下の第2表を参照）。

港湾管理者が港務局の場合は、政治に影響を受けず効率的で業務を行うことができることや収支損益を明らかにした経営が行える長所がある。一方で、港湾使用料が低価格のため経営が困難となり、また地方公共団体と比べ税の優遇が少ないため設立数は少ないのが現状である（市来(1996)）。

第1図 港湾法改正のイメージ



出所：国土交通省発表資料より作成

3 港湾法第二条二項。

4 港湾法第十二条。

第2表 港湾数一覧表

区分	総数	港湾管理者					都道府県 知事
		都道府県	市町村	港務局	一部事務組合	計	
国際戦略港湾	5	1	4	0	0	5	－
国際拠点港湾	18	11	4	0	3	18	－
重要港湾	102	82	16	1	3	102	－
地方港湾	807	504	303	0	0	807	－
56条港湾	61	－	－	－	－	－	61
合計	993	598	327	1	6	932	61

出所：国土交通省発表資料より作成

注：56条港湾とは港湾区域の定めない港湾で、港湾法第56条に基づき都道府県知事が水域を公告した港湾のことを指している。小規模な港湾や今後開発が見込まれる港湾などがこれに該当する。

都道府県と市町村のどちらが港湾管理者になるかについては過去から多く論争されている。その例として、東京、川崎、横浜を含めた「京浜港」においては「京浜港」と名を置いているものの、各自治体で管理を行っており、広域の管理が実現していないのが状況である。また神戸港においても、神戸市と兵庫県にて管理権を論争があり、従前より財源の負担は神戸市が行ってきたことや都市経済との関係の深さにより神戸市が管理者となっている。大阪港に関しては大きな議論もなく管理者が決定しており、戦前から大阪市が管理し始めていたことを理由に大阪市が管理・運営を行っている（黒田（2014））。

また、本来ならば港湾管理権は周辺地域にもたらす外部効果の範囲によって決まる問題であるが、外部効果が県と市の中間的範囲である場合など都道府県か市町村のどちらが管理権を持つべきかの議論になることがある。その際は、市と県による管理組合を選択し、市と県によって広域調整を行うという解決策もある。県と市によって設立された管理組合は6港湾の内5港湾が存在する⁵。

2 近年の港湾政策と港湾運営会社制度

これまで日本の港湾の概況および運営管理主体に関して説明を行ってきた。本節では国際競争力向上に向けた日本の港湾政策および導入された制度について概観する。2009年10月に設置された国土交通省成長戦略会議では、以前からの検討課題の一つである「海洋国家日本の復権」の一環として、大型化が進むコンテナ船に対応しアジア主要国と遜色のないコスト・サービスの実現を目指し、「選択と集中」に基づいた国際コンテナ戦略港湾の選定を行うこととなった。これに伴い、2010年8月に「民」の視点によ

5 港湾管理を一部事務組合が行っている港は、苫小牧港、名古屋港、四日市港、境港、石狩新港、那覇港。このうち境港だけは都道府県のみで組織している。

第3表 国際コンテナ戦略港湾選定の評価項目ごとの評点

評価項目		配点	京浜港	伊勢湾	阪神港	北部九州港湾
目標・位置づけ	基幹航路の維持・強化のため、釜山港、シンガポール港に伍するサービスの提供を目指したものであること	350	297	163	291	123
	アジアにおけるコンテナ物流の動向や、提案内容の地理的特性を踏まえ、目指すべき「位置づけ」が明確であること					
実現のための方策	基幹航路維持・強化のためのコスト低減	150	98	127	114	41
	基幹航路維持・強化のための広域から貨物集約	150	120	48	119	26
	その他荷主へのサービス向上	50	33	39	38	33
	環境・セキュリティ	50	38	41	39	32
	戦略的な港湾経営の実現（施策）	100	54	53	81	7
実現のための体制	民の視点からの積極的な経営が可能であること	150	89	82	87	14
	コンテナ港湾を一元的に経営することが可能であること					
	そのための体制整備が具体的であること					
合計		1000	729	553	769	277

出所：「国際コンテナ戦略港湾検討委員会」における評価の結果により作成

る港湾運営、コスト低減策、国内貨物の集荷策などの具体性、計画性、実現性などを重視する選定基準に基づき、4つの候補となる港湾のうち、国際コンテナ戦略港湾として阪神港及び京浜港が選定された。その評価項目と点数の詳細は第3表の通りであるが、各評価項目および合計点で阪神港と京浜港が優れているとの評価がなされている。

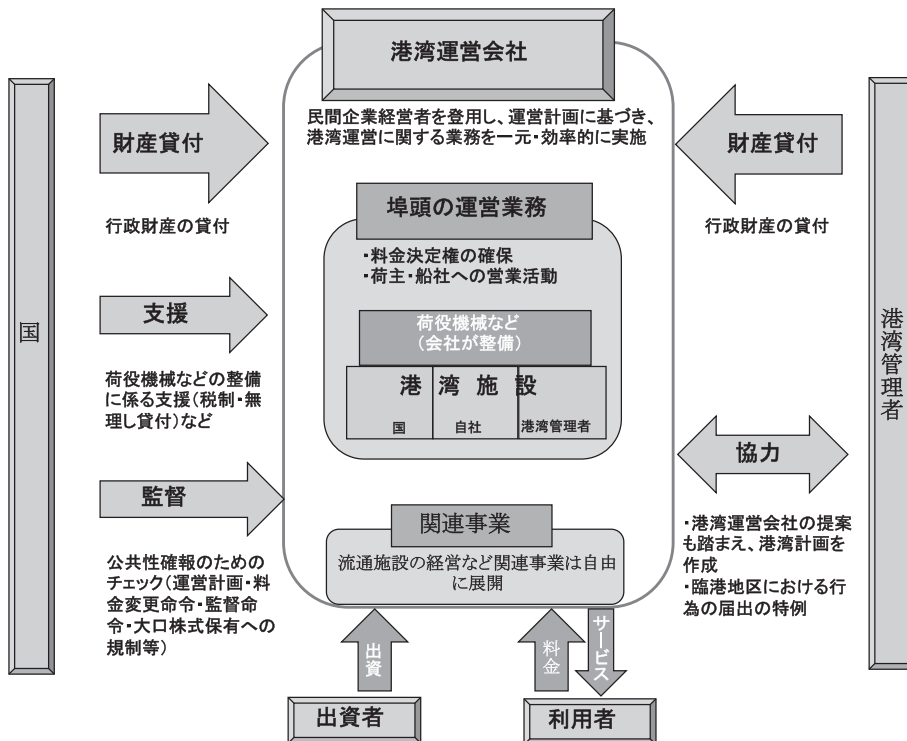
選定された国際コンテナ戦略港湾においては、内航・トラック・鉄道によるフィーダー網の抜本的強化に向けた施策等の推進とともに、その運営にあたっては民間企業が出資する「港湾運営会社」を設立して「民」の視点による戦略的な一体運営の実現により公設民営化等を通じ、国際競争力の強化を図ることとしている⁶。

また、2011年の港湾法の改正により、東京港・川崎港・横浜港で構成される「京浜港」と、大阪港・神戸港で構成される「阪神港」の2港を「国際戦略港湾」として法的に新たに位置づけた。2013年8月には、「国際コンテナ戦略港湾政策推進委員会中間とりまとめ」を公表し、国際コンテナ戦略港湾政策の深化と加速に向けて、概ね5年以内に欧州基幹航路を週3便に増便、北米航路のデイリー寄港を維持・拡大するとともに、概ね10年以内には多方面・多頻度の直行サービスを充実するとし、コンテナ貨物の積替機

6 国土交通省 (2014) 「国際コンテナ戦略港湾政策について」
https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_sub_tk2_sub_000002.html

能向上のための実証事業を実施することなどによる「集貨」、国際コンテナ戦略港湾に立地する物流整備に対する無利子貸付制度の活用によるロジスティクス・バブ機能の集積を図ることなどによる「創貨」、大水深コンテナターミナルの整備とそれら国有港湾施設を港湾運営会社に低廉な価格で直接貸し付けるとともに、港湾運営会社が複数ターミナルを一体運営することによるスケールメリットの発揮により港湾コストの低減を図ることなどによる「競争力強化」の3つの施策を実施するとしている。国際コンテナ港湾政策の目標を実現するために挙げられた施策のなかでも、港湾運営会社制度は国際戦略港湾の一体的かつ効率的な港湾運営を図るための戦略的な位置付けとみなされている。この仕組みは第2図に示しているが、その特徴としては、現在、公社等に限定されている無利子貸付金の貸付対象を国際戦略港湾及び国際拠点港湾における港湾運営会社に拡大し、国によって整備される高規格コンテナターミナル等の国有財産を低価格で港湾運営会社に貸付し、会社所有コンテナターミナルとの一体運営によってコスト低減と運営効率化が得られることとなっている。さらに国が整備した国有埠頭については、港湾運営会社に直接貸し付けることにより、港湾管理者である地方公共団体に対する管理委託により発生する中間コストの削減にも繋がるというメリットがある。また民間企業の経営者登用や民間出資によって迅速・柔軟な港湾運営を期待することができる。この制度で

第2図 港湾運営会社の仕組み



第4表 港格ごとの支援制度

港格	直轄事業の 国費負担率	コンテナヤード の直轄事業化	固定資産税など の課税基準 (港湾運営会社)	港湾運営会社への 無利子融資割合
国際戦略港湾	7/10	可能	1/2 換算	国：地方公共団体 (4:4)
国際拠点港湾	2/3	-	2/3 換算	国：地方公共団体 (3:3)
重要港湾	5.5/10	-	-	-

出所：津守 (2017)

は港湾運営会社が積極的な管理運営を展開できるため、国や公共団体が港湾運営会社の荷役機械整備等への支援（無利子貸付、税制）がなされることになる。支援策の特徴は第4表で示している⁷。ここでは支援制度の詳細な記述は省略するが、国際戦略港湾への支援が手厚く、「選択と集中」という政策が明確化されているといえる。

Ⅲ 港湾経営に関する先行研究

1 海外における港湾効率性の研究

本節では本研究が対象とする港湾運営に影響を与える要因を明らかにすることを目的に、これまで行われた分析について概観する。先行研究で使われる分析手法については、包絡線分析 (Data Envelopment Analysis, 以下 DEA) と、確率フロンティア分析 (Stochastic Frontier Analysis, 以下 SFA) が代表的なものであり、これらの手法を用いた研究を中心に港湾経営に影響を与える要因についてレビューを行う^{8,9}。

まず、Roll and Hayuth (1993) は、港湾分野における効率性研究の嚆矢となる研究といえる。この研究では港湾分野における DEA (CCR モデル) の適用可能性を検証するため、著者が作成したが仮想データ (Hypothetical port data) を使って港湾の効率性を

7 支援制度の詳細は津守 (2017) に詳細に記述されている。

8 DEA はノンパラメトリック手法であり、事前に関数を特定化する必要がない、多入力 (投入) 多出力 (産出) の設定が可能であり、サンプルサイズが小さくても分析が可能であるといった特徴を持ち、定量的な経営改善案の提示可能などの簡便さから港湾経営分野では多くの研究に用いられる手法である。一方、SFA はパラメトリックアプローチであり、さまざまな関数を仮定することができる。港湾の効率性研究においては各国によって港湾会計の処理方法が異なっており、韓国と英国のように費用の詳細が入手できるケースがある一方で、多くの場合、費用に関するデータの入手が難しく、代わりに公表データにある岸壁延長や機械数など物理的な投入・産出指標によるゴブ・ダグラス型またはトランスログ型の生産関数が用いられることが多い。Coto-Millan et al. (2000) など費用関数を使った研究も存在するが、応用例が多いとは言い難い。

9 DEA や SFA よる港湾分野への応用研究については Panayides et al. (2009) や Odeck et al. (2012) に詳細に整理されている。Panayides et al. (2009) では、産出については多くの研究で貨物量だけに注目しているが、港湾の総体的効率性を測るためには市場シェアや顧客満足度なども考慮するべきであることが指摘されている。

分析している。この研究では、港湾を評価する指標（投入と産出）として、定量的な指標（貨物取扱量、船便数、労働、資本など）だけではなく、定性的な指標（荷主満足度、サービス水準、貨物同一性）も考慮に入れられているのが特徴である。当研究が港湾分野に DEA を援用して以降、規模に対して収穫可変を仮定する BCC モデル、入力指向と出力指向を区別しない加法モデル、DEA モデルの凹性を除いた FDH モデルなどの DEA の代替モデルが多くの港湾効率性研究に適用されている。Martinez et al. (1999) では、スペインの 1993 年から 1997 年の 26 港湾データを用いて BCC モデルを港湾効率性の測定に適用して分析を行っている。当研究では港湾を複雑度（港湾規模と取り扱っている貨物の構成）に応じて 3 グループに分類して効率性の評価を行っている点の特徴である。分析の結果、複雑性の高い港湾の方が相対的に効率性であり経年的に最適フロンティアに近づく傾向があるが、複雑性の低い港湾にはその傾向が見られず、逆に経年的に効率性が低下する（最適フロンティアから乖離していく）傾向となることが述べられている。Tongzon (2001) は、1996 年のオーストラリア 4 つの港湾に加えて、世界 12 コンテナ港湾の技術効率性を比較するため CCR 加法モデルにより効率性を測定し、またそのスラック値（観測値が効率的なフロンティアからの乖離）の要因分析した結果、非効率性を起こした原因はバースの少なさ、ターミナル面積の狭さ、労働問題であるという結果を得ている。Wang et al. (2003) は 2001 年の世界 28 コンテナ港の内、57 ターミナルの生産効率性を評価するために、CCR, BCC および FDH モデルによる DEA の 3 つのアプローチを採用し比較を行っている。分析より、単年度の分析から見ると香港などの大きい港湾が非効率性であるという結果となっているが、その低効率性は将来の産出拡大に向けた投資がもたらしていると考えられ、このような潜在的な要素の影響を取り除くためにはパネルデータでの測定が必要であることを指摘している。

港湾効率性研究ではパネルデータの応用が少ないが、Cullinane and Wang (2010) はその空白を埋めるために、1992 年から 1999 年のパネルデータによる分析が可能となる DEA ウィンド分析を行なっている。当研究の分析結果としては、各港湾の効率性値は時間の変化によって変動が大きく、また短期で見ると効率性の高い港湾は港湾投資などを積極的に行っていない港湾となることを指摘している。つまり、将来の港湾競争力を保つため投資を積極的に行う港湾の効率性を測るためには、短期の視点での測定は適切ではないことが指摘されており、上記の Wang et al. (2003) の指摘を実証する研究となっている。Ding et al. (2015) の研究はこれまでの研究とは異なり、大規模港湾ではなく中国の中小港湾に注目して効率性および生産性の分析を行っている点に特徴がある。この研究は DEA を測定後、Malmquist 指数を算出し、その値を被説明変数としてトービットモデルで回帰分析を行なっている。その結果、船社の持株比率、資本の投入などが効率性に正の影響があり、港湾オペレーターの数は負の影響が見られることが示

されている。

一方、近年ではコンテナ港湾の民営化・民間活用が盛んになり、コンテナターミナルの所有権や運営権を民間部門に移管することによる運営効率の改善の効果を検証する研究も幾つか見られる。2001年の世界31港湾の相対的な効率性を評価した Valentin and Gray (2001) では、所有権と組織構造が効率性と関係があるかを検証することを目的とし、まず DEA により効率性値を測定したのち、組織構造に関する3つの変数（部課数 (units)、事業部数 (divisions)、階層数 (layers)) を使いクラスター分析を行い、分析対象となる港湾の分類を行っている。分析の結果、全ての港湾が3つのカテゴリーに分類することができ、各カテゴリーの効率性を組織構造と所有権で比較し、組織構造が単純である港湾の方が効率的であり、また民営化が効率性を上げるとは言い難いという結論を得ている。Liu (1995) は SFA を用いて、英国28港湾の1983年から1990年のパネルデータを用いて効率性を分析している。この研究では効率性値に与える影響要因として港湾の規模と民間参入2つを取り上げており、規模の大きな港湾そして民間参入度が高い港湾のほどが効率性高いという結果が得られている。Coto-Millan et al. (2000) の研究は SFA を使い、1985年から1989年のスペイン27港湾の費用効率性を測定し、効率性値への影響要因として民間管理のダミー変数を入れて分析をしている。その結果、最も効率的な港湾は、規模が小さく、より集中化された体制の下で管理されている港湾であり、経営における自主性が高まると、非効率性が高まると示している。Cullinane et al. (2002) では、所有構造と効率性の関係を分析するため、アジア15港湾を対象として1989年から1998年のパネルデータを用いて SFA による検証を行なっている。分析対象となる港湾を第5表のように港湾の管理、土地の所有権、オペレーターが民間か公共かに基づき4つに分類しており、効率性の値を比較した結果、民営化の拡大は効率性は正の関係がみられるが、民間部門の参加度と効率性の関係性は明白ではないことを示している。Cullinane and Song (2010) は韓国港湾を対象にした研究であり、Cullinane et al. (2002) と同じように民営化程度と効率性を比較し、決定的なものではないと前置きしつつも、民営化の拡大は生産効率の向上と密接に関係していることが述べられている。

第5表 Cullinane et al. (2002) による港湾所有権の分類

Port models	Port function		
	Regulator	Landowner	Operator
Public	Public	Public	Public
Public/Private	Public	Public	Private
Private/Public	Public	Private	Private
Private	Private	Private	Private

出所：Cullinane et al. (2002)

世界 25 港湾の 1999 年の単年度のデータを対象にした Tong and Wu（2005）の研究では今までの研究とは異なり、民営化の程度を数値化した上で SFA の非効率項に入れて民間活用の効果の検証を行なっている。民営化に関する数値化は Cullinane et al.（2002）と同様に第 5 表の分類を使い、この 4 つのカテゴリーを夫々 0, 1/3, 2/3, 1 と定義している。分析の結果、港湾産業における民間部門の参加が港湾運営の効率化に役立つことを示している。しかし、この関係は線形ではなく、コンテナ港／ターミナルへの民間参加の最良の範囲は、民間／公共（0.67）と民間（1.00）の間であることを示している。

以上のように、民営化の効果を検証した論文をまとめると、その結果は対象とする港湾や国によって異なっているのが現状である。Liu（1993）、Cullinane et al.（2002）、Cullinane and Song（2010）、Tongzon and Wu（2005）の研究結果のように民営化が効率性にいい影響を与えているケースもあるが、Valentin and Gray（2001）、Coto-Millan et al.（2000）の研究結果のように民営化はあまり効果がない、または公で管理する方がより効率的であるという結果を得たケースもある。つまり民営化が必ずしもいい影響をもたらすとは断定できないのが現状である。

2 日本における港湾経営の研究

日本の港湾を対象として港湾経営の実証分析を行なった先行研究も幾つか存在する。赤井（2010）は、港湾管理者財政を分析対象とし、官庁会計方式による 2004 年から 2006 年のデータ単年度決算データを用いて、貨物量 1 単位あたりの港湾コストを被説明変数にし、最小二乗法を用いて港湾管理における規模の経済性について検証を行なっている。分析の結果、貨物量の増大に関して規模の経済が働いていること、また管理している港湾数が 2 つ以上の港湾管理者の場合は、港湾の集約化について規模の経済が発生していることを示している。Itoh（2002）は、日本主要 8 コンテナ港湾（東京、横浜、清水、名古屋、四日市、大阪、神戸、北九州）を対象に、10 年間のデータを用いて効率性の測定を DEA ウィンド分析で行なった研究である。当研究における入力変数は荷役機械数とターミナル面積、コンテナターミナルの数であり、出力変数は輸出入の貨物量である。分析の結果、東京港が一番高い効率値を得られ、そして名古屋港は前半で荷役機械の投入また需要の成長により良い効率性が見られたが後半では同じ様な結果が見られていないことが示されている。また阪神港においては、神戸が阪神淡路大震災の回復が見られず、大阪港はターミナルが小規模であるか、または荷役機械の過大投資により効率値は他の港湾と比べかなり低いという結果を得ている。同じ様に効率値が低い港湾は横浜港と北九州港があり、その原因は規模効率の低さであると述べられている。このほかにも DEA 手法を用いた研究として寺田他（2015）や倉本・赤井（2013）

などがある。寺田他 (2015) では、コンテナターミナルを対象にして、港湾の効率性を定量的に求め、さらにその効率性の決定要因を回帰分析で求めている。DEA の効率性の推定では入力変数を岸壁延長、前面泊地最大水深、荷役機械数、ターミナル面積に、出力を移輸出 TEU、移輸入 TEU、コンテナ移輸出フレートトン、コンテナ移輸入フレートトンという複数出力としている。また、効率値の決定要因としては港格、港湾管理者種別、港湾立地、基幹航路便数などを説明変数にしている。その結果、港格と効率性との正の関係がみられ、そして港湾管理形態に関して、管理組合がほかに比べて効率的であると確認されている。倉本・赤井 (2013) は、2010 年のクロスセクションデータを用いて日本コンテナ港湾 55 港の効率値を DEA 測定した上で、トービットモデルを用いて技術的効率性の要因分析を行なっている。分析結果から、前年度他会計繰入からの移転財源や前年度公債依存度が大きい程、国内港湾の効率的な運営を阻害する、つまりソフトな予算制約が生じている可能性があるとししている。

またコンテナ港湾を対象にした先行研究と違い、小川 (2014) と宮本 (2015) は、港格が重要港湾以上の全港湾を分析対象にしている。小川 (2014) は地方公共団体である港湾管理者自身の効率性に着目し、港湾管理者の管理運営における費用効率性の分析を行っている。恒常的管理運営費を被説明変数にして、説明変数をソフトな予算制約に関するもの (前期他会計からの繰入率)・規模 (港格)・要素価格・制度的要因 (管理形態、財政力指数) の 4 つにして分析を行い、港湾の管理運営における費用構造を (不完全な) コブ・ダグラス型費用関数を用いることで推定し、前期の他会計からの繰入率が高いほど効率的な管理運営が阻害されている可能性がある点、特定重要港湾の費用効率が低いという結論を得ている。宮本 (2015) は 2010 年から 2015 年のデータを使い日本港湾の全要素生産性 (TFP) を測定し、また測定された TFP の変化分を使って最小自乗法で要因分析を行った。その要因は港格、港湾管理者種別、港湾立地、新産業都市や工業整備特別地域などとなっている。その結果、TFP の成長がマイナスになっている港湾は半数を超え、効率値が大きくプラスの変化を示している港湾も少ない結果となった。そして要因分析では、国際戦略港湾、管理者が市町村であることや工業整備特別地域であったことが説明変数として有意であるが、その他の説明変数に関して良い結果は得られていない。

以上、概観してきた日本港湾についての先行研究をまとめると、海外の研究と比べて効率性だけ測定するではなく、その効率性に影響を与える要因までを分析する研究が多く、またその要因に関しては港湾管理者の財政面と管理組織面に関するものが多い。分析結果については研究によって異っており、例えば港湾管理者の管理形態については寺田他 (2015) では管理組合のほうが効率的であるが、宮本 (2015) では県が管理したほうがより効率的であると分析している。また、海外の先行研究ではしばしば議論され

ている民間参入・活用の効果に関する検証は、筆者の知る限り日本では見当たらない。

本研究では、先行研究で議論されている港湾管理者の財政面や組織面の要因、さらに近年政策また民間活用などの要因の効果についての検証を試みる。海外の先行研究では分析方法として SFA や DEA が用いられているため、本研究でもそれらの方法での検証を試みたが、しかし、DEA に関してはデータが十分でない点や今回のデータが十分でないため SFA では多くのモデルで関数がうまく収束せず計測が十分にできなかった。そのため、その代わりに小川（2014）のデータや変数を参照して費用関数を推定し、さらに TFP を計算するという方法で分析を行うこととする。

IV 港湾の費用構造と生産性の測定

1 費用関数による港湾生産性の分析

本節ではⅢで概観した先行研究を参考に、国際コンテナ戦略港湾政策、特に本政策によって設立された港湾運営会社制度が港湾運営に与える効果を検証するにあたり、費用関数をベースとした港湾の全要素生産性（Total Factor Productivity：TFP）を測定する。TFP は労働や資本を含む全ての要素を投入量として産出量との比率を示しており、その変化は技術進歩や効率化などを表している。TFP の計算をするため、ここでは Mizutani and Uranishi（2003, 2007）の研究を参考に、まずトランスログ型総費用関数の推定を行い、港湾管理者の財政・管理体制や政策が港湾費用に与える影響を明らかにすることを目的に、費用関数で推定されたパラメータを用いて TFP の分解を行う。

本研究では、費用関数の関数形として Mizutani and Uranishi（2003, 2007）と同様にトランスログ型費用関数を採用する。一般型の費用関数は以下の様に表される。

$$TC_i = TC(Q_i, W_i, N_i, Z_i) \quad (1)$$

ここで i は各港湾を表している。また、(1) 式の TC は港湾経常的管理運営費用、 Q は港湾総貨物取扱量、 W は各投入要素価格、 N は運営環境や港湾管理に関わる連続変数、 Z は運営環境や港湾管理に関わるダミー変数である。(1) 式は一般形であるため、統計的な推定が可能なモデルにする必要がある。ここで、(1) 式の両辺の対数をとって 2 次のテイラー展開を行うことでトランスログ型の費用関数が導出される。

$$\begin{aligned} \ln C_i = & \alpha_0 + \alpha_Q (\ln Q_i) + \sum_i \beta_i (\ln W_i) + \sum_m \gamma_m (\ln N_m) + \sum_z \rho_n (Z_z) + \frac{1}{2} \alpha_{QQ} (\ln Q_i)^2 \\ & + \frac{1}{2} \sum_i \beta_{ii} (\ln W_i)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{mm} (\ln N_m)^2 + \sum_i \alpha_{Qi} (\ln Q_i) (\ln W_i) + \sum_m \alpha_{Qm} (\ln Q_i) (\ln N_m) \end{aligned}$$

$$+\frac{1}{2}\sum_i\sum_j\beta_{ij}(\ln W_i)(\ln W_j)+\frac{1}{2}\sum_i\sum_m\beta_{im}(\ln W_i)(\ln N_m)+\frac{1}{2}\sum_m\sum_n\gamma_{mn}(\ln N_m)(\ln N_n) \quad (2)$$

ここで、 C_i は総費用（港湾經常的管理運営費用）、 Q_i は産出量（港湾総貨物取扱量）、 W_i は投入要素価格 L （労働要素価格）、 K （資本その他要素価格）と M （補修費要素価格）、 N_m と Z_z は港湾經常的管理運営費用に影響与えるコントロール変数で、 N_m はコンテナ貨物率、財政力指数、委託費率を採用し、 Z_z は事業所数、最大水深、特定貨物依存度、地域ダミー、戦略港湾ダミー、管理者ダミーなどの変数を採用した。 $\alpha, \beta, \gamma, \rho$ は推定されるパラメータである。

また、トランスログ費用関数が費用関数の性質を満たすため、対称性制約（ $\beta_{ij} = \beta_{ji}$, $\beta_{im} = \beta_{mi}$, $\alpha_{Qi} = \alpha_{iQ}$, $\alpha_{Qm} = \alpha_{mQ}$, $\alpha_{Qn} = \alpha_{nQ}$, $\gamma_{mn} = \gamma_{nm}$ ）と投入要素価格に関する一次同次の制約（ $\sum_i \beta_i = 1$, $\sum_i \beta_{ij} = 0$, $\sum_i \beta_{im} = 0$, $\sum_i \alpha_{Qi} = 0$ ）を課して推定を行う。

(2) 式のトランスログ型費用関数を投入要素価格に関して微分し、シェパードの補題によりコストシェア方程式が次のように導出される。

$$S_i = \beta_i + \sum_j \beta_{ij}(\ln W_j) + \alpha_{Qi}(\ln Q) + \beta_{im}(\ln N_m) \quad (3)$$

S_i は生産要素 i のコストシェアとなり、このコストシェア方程式は加法性制約が成立するので、(4) 式のようになる。これは生産要素のコストシェアを全て足すと1となることを示している。本研究では生産要素が3つあるので、(3) 式は3本の方程式となる。また(4) 式より1本は独立ではないため、コストシェア方程式より1つを除き推定を行う。

$$\sum_i S_i = 1 \quad (4)$$

推計では(2) 式のトランスログ型費用関数と(3) 式のシェア方程式を用いて SUR (Seemingly unrelated regressions) によりパラメータを得る。

次に、費用関数から TFP の導出方法についても Mizutani and Uranishi (2003, 2007) の研究を参照している。TFP は(5) 式のように定義される。 Q と Z は全産出と全投入

10 費用関数を推定について、費用に関するデータは国土交通省に掲載されている港湾別収支のデータを利用した。しかし収支表の中では減価償却費など資産に関するデータが含まれていないため、今回は収支表の経営関係管理運営費から人件費と補修費を引いたものを「資本とその他の費用」と定義した。

11 本研究と同様の方法を使った研究としては、通信事業を対象にした Denny (1981)、鬼木など (1993)、農業を対象にした Capalbo (1988)、郵便事業を対象にした Mizutani and Uranishi (2003)、鉄道対象にした Mizutani and Uranishi (2007)、Al-Hadi and Peoples (2016) と航空業を対象にした Bitzan and Peoples (2016) などがある。

の総量となる：

$$TFP = \frac{Q}{Z} \quad (5)$$

ここで、 $Q = \sum_i r_i Q_i$ 、 $Z = \sum_j s_j X_j$ 、 r_i は各産出の全産出に占めるシェア、 s_j は各投入の全投入に占めるシェア、 Q_i は産出 i の量、 X_j は投入 j の量である。そして TFP の proportional rate は (6) 式となる、ここで \dot{Q} と \dot{Z} は産出と投入の変化率を表している。

$$(\dot{TFP}) = \dot{Q} - \dot{Z} \quad (6)$$

$$\dot{Q} = \sum_i r_i \dot{Q}_i \quad (7)$$

$$\dot{Z} = \sum_j s_j \dot{X}_j \quad (8)$$

(6) 式の (Z) を計算するため、費用関数を時間 t で微分すると (9) 式となる：

$$TC = TC(Q, W, M, N, T)$$

$$\frac{dTC}{dt} = \frac{\partial TC}{\partial Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} + \sum_i \frac{\partial TC}{\partial w_i} \cdot \frac{\partial w_i}{\partial t} + \sum_j \frac{\partial TC}{\partial M_j} \cdot \frac{\partial M_j}{\partial t} + \frac{\partial TC}{\partial T} \cdot \frac{\partial T}{\partial t} \quad (9)$$

ここで、 TC は総費用、 Q は産出量、 w_i は投入要素価格、 M は連続コントロール変数（財政力指数、委託费率）、 N はダミー変数（事業所数、最大水深、特定貨物依存度、地域ダミー、戦略港湾ダミー、管理者ダミー）、 T はタイムトレンドである。(4) 式を TC で割って整理すると以下の (10) 式となる。

$$\begin{aligned} \frac{dTC}{dt \cdot TC} &= \left(\frac{\partial TC}{\partial Q} \cdot \frac{Q}{TC} \right) \left(\frac{\partial Q}{\partial t} \cdot \frac{1}{Q} \right) + \sum_i \left(\frac{\partial TC}{\partial w_i} \cdot \frac{w_i}{TC} \right) \left(\frac{\partial w_i}{\partial t} \cdot \frac{1}{w_i} \right) \\ &+ \sum_j \left(\frac{\partial TC}{\partial M_j} \cdot \frac{M_j}{TC} \right) \left(\frac{\partial M_j}{\partial t} \cdot \frac{1}{M_j} \right) + \left(\frac{\partial TC}{\partial T} \cdot \frac{T}{TC} \right) \left(\frac{\partial T}{\partial t} \cdot \frac{1}{T} \right) \end{aligned} \quad (10)$$

また、 $\dot{TC} = \frac{dTC}{dt}$ 、 $\dot{Q} = \frac{dQ}{dt}$ 、 $\dot{w}_i = \frac{dw_i}{dt}$ 、 $\dot{M}_j = \frac{dM_j}{dt}$ 、 $T = \frac{dT}{dt}$ であり、シェパードの補題：
 $X_i = \frac{\partial TC}{\partial w_i}$ とすると、(11) 式が導出される。

$$\dot{TC} = e_Q \dot{Q} + \left(\sum_i \frac{w_i X_i}{TC} \right) \dot{w}_i + \sum_j e_M \dot{M}_j + e_T \dot{T} \quad (11)$$

ここで、 $e_Q = \frac{\partial TC}{\partial Q} \cdot \frac{Q}{TC}$, $e_M = \frac{\partial TC}{\partial M_j} \cdot \frac{M_j}{TC}$, $e_T = \frac{\partial TC}{\partial T} \cdot \frac{T}{TC}$ である。

次に、総費用 $TC = \sum_i w_i X_i$, TC を t で微分して TC で割ると、以下の (12) 式となる：

$$\frac{\partial TC}{\partial t \cdot TC} = \sum_i \frac{w_i X_i}{TC} \cdot \frac{\partial w_i}{\partial t} \cdot \frac{1}{w_i} + \sum_i \frac{w_i X_i}{TC} \cdot \frac{\partial X_i}{\partial t} \cdot \frac{1}{X_i} \quad (12)$$

$\dot{TC} = \frac{dTC}{dt}$, $\dot{w}_i = \frac{dw_i}{dt}$, $\dot{X}_i = \frac{dX_i}{dt}$ をもう一度 (12) 式に代入すると、 TC は (13) 式のように書き換えることができる。

$$\dot{TC} = \left(\sum_i \frac{w_i X_i}{TC} \right) \dot{w}_i + \left(\sum_i \frac{w_i X_i}{TC} \right) \dot{X}_i \quad (13)$$

また、(13) 式を (11) 式に代入すると、以下の (14) 式を得る。

$$\left(\sum_i \frac{w_i X_i}{TC} \right) \dot{X}_i = e_Q \dot{Q} + \sum_j e_M \dot{M}_j + e_T \dot{T} \quad (14)$$

投入の変化量 $\dot{Z} = \left(\sum_i \frac{w_i X_i}{TC} \right) \dot{X}_i$ なので、TFP の変化率が以下の (15) 式のように導かれる。ここで e_Q , e_M , e_T は費用関数で推定されたパラメータとなる。

$$TFP = \dot{Q} - \dot{Z} = (1 - e_Q) \dot{Q} - \sum_j e_M \dot{M}_j - e_T \dot{T} \quad (15)$$

2 変数とデータの説明

費用関数の推定では、日本の港湾のうち国際戦略港湾、拠点港湾、重要港湾を分析対象¹²とし、分析期間は2012年から2018年までの7年間のプーリングデータを用いる。分析された港湾は111港、サンプルサイズは777である。また金銭的なデータは全て内閣府の「GDP デフレーター」により2012年価格に実質化している。第6表は説明変数およびコントロール変数の定義を示している。

産出に関しては、小川 (2014) に従い、各港湾の総取扱貨物量とする¹³。投入要素価格については、労働、補修、資本・その他の3つの区分にした。労働要素価格は総務省

12 今回の分析では労働要素価格を地方公務員給与より算出するため、港湾管理を一部事務組合また港務局が行っている港（苫小牧港、名古屋港、四日市港、境港、石狩新港、那覇港、新居浜港）についてはデータが存在しないため分析対象から外している。

13 産出については「重さ」である総取扱貨物量を採用したが、「金額（付加価値）」を採用したほうが正確な指標となる可能性もある。これらは今後の課題としたい。

第6表 推定で使われた変数の説明

■被説明変数、産出量、投入要素価格

変数名	説明	出所	符号
被説明変数			
経常費用	港湾經常的管理運営費：経営関係管理費：災害復旧費	港湾別収支情報（国交省）	
説明変数			
産出量	港湾海上出入貨物取扱量	港湾調査（e-stat）	+
労働要素価格	港湾管理者たる地方公共団体の一般行政職員一人当たり年間給与総額	地方公務員給与実態調査（総務省）	+
補修費要素価格	港湾施設補修費／港湾区域	港湾別収支情報（国交省）	+
資本その他要素価格	（経営関係管理運営費－人件費－補修費）／臨港地区面積＋港湾区域	都市計画区域、市街化区域、地域地区の決定状況（国交省）	+

■コントロール変数（運営環境）

変数名	説明	出所	符号
地域要素			
事業所数	後背地都道府県に立地する従業員4人以上の製造業事業所数	経済産業省工業統計	-
地域ダミー	北海道、東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州、沖縄10個のダミー変数	国交省地方整備局	+/-
港湾自体の要素			
最大水深	港湾岸壁の最大水深	数字で見る港湾	-
特定貨物依存度	全取扱量に占めるある種類の貨物取扱量70%以上超える場合1とするダミー変数	日本の港湾2015	-
コンテナ貨物率	総貨物量の占めるコンテナ貨物の割合	港湾調査（e-stat）	+

■コントロール変数（管理的要素）

変数名	説明	出所	符号
民間活用			
委託費率	経営委託費／港湾經常的管理運営費	港湾別収支情報（国交省）	-
運営会社制度の導入	運営会社制度導入したら1をとるダミー変数	国交省	-
管理的要素			
財政力指数	前年度財政力指数（基準財政収入額／基準財政需要額の3年平均値）	地方財政状況調査（総務省）	+
管理する港湾数	港湾管理者管理している重要港湾以上の港湾数	港湾管理者一覧（国交省）	-
管理者ダミー	港湾管理者が市の場合は1とするダミー変数	港湾管理者一覧（国交省）	+/-
国際戦略港湾ダミー	国際戦略港湾の方は1とするダミー変数	港湾法	+/-
拠点港湾ダミー	拠点港湾の方は1とするダミー変数	港湾法	+/-
タイムトレンド	2012が1、2013が2...2018が7となる技術変化などを示す連続ダミー変数		-

HP に公表されてる地方公務員給与実態調査から年間支給総額を算出して用いている。また、資本に関するデータは入手できないため、港湾収支表（経営関係）の経営関係管理運営費から取得可能な人件費と補修費を除いた額を「資産・その他費用」として扱っている¹⁴。

今回分析する港湾は数が多く、港湾間の運営環境の差異が大きいと考えられるため、2つのカテゴリー計5つの変数を港湾間の運営環境のコントロール変数として採用している。運営環境カテゴリーのうち、地域要素は港湾運営などに間接的に関連する指標である。事業所数は港湾の位置する背後圏の状況を示しており、港湾の経済的優位性を表している。地域ダミーは港湾の位置する地理条件を示し、港湾の地位的優位性を表している。運営環境カテゴリーのうち港湾自体の要素は、港湾運営などに直接関連する指標である。最大水深は港湾のインフラ状況を表す指標であり、最大水深の値が大きい方がより大型船の寄港が期待できる。コンテナ貨物率は港湾の複雑性を表す指標であり、専用埠頭を使い2地点の片道輸送が多いバルク貨物とは異なり、コンテナ貨物は小型船によるフィーダー輸送や陸上輸送を含めて輸送システムが複雑である。つまりコンテナ貨物を多く扱っているほど複雑性が上がり、費用を押し上げる要因となると考えられる。特定貨物依存度は港湾の貨物品目の安定性を表す指標であり、港湾が同じ品目の貨物を扱っている場合、港湾運営効率が高くなる（Roll and Hayuth (1993)）。特にある品目の取扱量が港湾全取扱量に占める割合が7割超えると、貨物品目の安定性が非常に高くなると考えられる。また同じ貨物の輸送や処理を続ける場合、港湾荷役などの学習効果が得られ費用低減の効果が期待できる。

次に、港湾政策や制度変化の効果を検証するため、2つのカテゴリー計8つの変数を管理適用のコントロール変数として採用している。委託費率と港湾運営会社制度の導入は民間活用カテゴリーを表す2つの指標である。委託費率は総費用に占める経営委託費（指定管理者料金を含む）の割合を示す連続変数であり、港湾運営会社制度は導入した年度から1をとる（それ以外は0）ダミー変数である。ここで委託費率が高い、または運営会社制度をすでに導入した港湾ほど、技術や経営スキル、ノウハウの改善、また民間事業者が運営主体になることからより高い収益を得ようとするインセンティブが存在すると考えられるため、運営効率を高め、港湾管理者の人件費などの経費削減効果が期待できる。財政力指数は港湾管理者である地方公共団体の財政力を示す指標で、財政力指数が高いほど、普通交付税算定上の留保額が大きく財源に余裕があると言える。そのため、地方公団自体の財政に余裕があると、港湾管理者財政は、事後的救済が得られやすいと考えられ、費用の非効率をもたらすことが予定される。また財政力指数は逆の因

14 本研究では資本費用に関するデータが入手できなかったため、「資本・その他の費用」という形にした
が、短期費用関数として分析することも考えられる。

第7表 各変数の記述統計量

記号	変数	平均	標準偏差	最小	最大
TC	経常費用（千円）	756,799	1,498,865	8,597	10,300,000
Q	産出量（千トン）	19,019	28,485	99	162,830
Wl	労働要素価格（千円/年）	4,407	371	3,697	5,983
Wm	補修費要素価格（千円/ha）	73	170	0.13	2,036
Wk	資本代理値要素価格（千円/ha）	130	237	1	2,534
Ni	財政力指数	0.47	0.19	0.18	1.16
Nr	委託费率	0.07	0.12	0.00	0.61
Zsd	運営会社制度	0.06	0.24	0	1
Zn	管理港湾数	2.64	1.36	1	5
Zkr	管理者ダミー	0.21	0.41	0	1
Zs	戦略港湾ダミー	0.05	0.21	0	1
Zk	拠点港湾ダミー	0.14	0.34	0	1
Zi	特定貨物依存度	0.27	0.44	0.00	1.00
Zr	コンテナ貨物率	0.06	0.11	0.00	0.58
Zf	事業所数	4162	3694	815	19073
Zd	最大水深	11.78	2.47	5.50	18.00
T	タイムトレンド	4	2	1	7
sl	人件費の総費用に対するシェア	0.24	0.14	0.01	0.87
sm	補修費の総費用に対するシェア	0.27	0.19	0.00	0.95
sk	資本費の総費用に対するシェア	0.49	0.21	0.02	0.95

果関係を考慮して前年度の値を用いる。

次にコントロール変数のうち管理的要素カテゴリーを見ると、管理港湾数は、管理港管理者が管理する港格が重要港湾以上の港湾の港湾数を表している。管理する港湾数が複数ある場合、経常的管理運営費用に共通の部分が存在するため、スケールメリットが得られると考えられる（赤井（2010））。管理者ダミーは港湾管理者の種別を表している。港湾管理者が市町村の場合、広域的な調整はあまりできないため港湾運営に影響与える可能性がある。しかし都市計画の観点から考えると、市町村で管理した方が港湾計画と都市計画を全体的考えることができ、背後圏の物流産業などの配置と合わせた計画を実施することが可能となる（寺田（2015））。国際戦略・拠点港湾ダミーは港湾の種類や政策的な要素を表す指標で、国際戦略港湾や国際拠点港湾になる場合、国が港湾管理者の港湾整備に交付する補助率は重要港湾より高くなることから、経営に悪い影響を与えると考えられる。しかし政策面から見ると、国際戦略港湾の方が背後圏からの積極的な支援が得られ、また物流整備に対する無利子貸し付け制度の活用による「創貨」ができ、運営効率を上げられると想定される。これまで説明してきた以上の各変数（地域ダミーを除く）の記述統計量及び各投入要素価格のシェアは第7表に示している。

3 費用関数の推定結果および TFP の計算結果

トランスログ型総費用関数の推計結果は第8表に示している。モデルの当てはまりを

表す疑似決定係数 (Pseudo R²) 0.8361 であり、一般にこの値が 0.9 以上と高くなる傾向にあるトランスログ型費用関数の推定結果としては十分に大きな値とは言えない。ただし、推定結果より産出量、投入要素価格のパラメータは全て有意であり、また正であることから単調増加の仮定を満たしている。また、労働、資本、補修費要素価格はそれぞれ 0.2175, 0.5061, 0.2765 となり、各コストシェアに近い結果となっていることからモデルの精度としては十分に高いと考え、この推計結果を採用することとする。

コントロール変数の結果については、事業所数、最大水深、特定貨物依存度またコンテナ貨物率は予想符号と一致している。事業所数と最大水深の結果は、予想通り符号が負となったが統計的に有意な結果は得られていない。港湾後背地に立地する事業所数が多いほど港湾への利用が期待でき、また最大水深が大きい方がより大型性の寄港ができ

第8表 トランスログ型費用関数の推定結果

パラメータ・説明変数	推定値	標準誤差	パラメータ・説明変数	推定値	標準誤差
定数項	13.9213***	0.1522	単位資本価格×財政力指数	-0.0839***	0.0231
産出量	0.5810***	0.0464	単位資本価格×コンテナ貨物率	0.0042***	0.0011
単位人件費	0.2175***	0.0151	単位資本価格×事業所数	0.0369**	0.0115
単位資本価格	0.5061***	0.0130	単位資本価格×タイムトレンド	0.0080**	0.0026
単位補修費価格	0.2765***	0.0085	単位補修費価格×委託費率	-0.0011*	0.0006
委託費率	0.0826**	0.0269	単位補修費価格×財政力指数	-0.0373**	0.0151
財政力指数	0.5565**	0.2803	単位補修費価格×コンテナ貨物率	0.0018**	0.0007
コンテナ貨物率	0.0548**	0.0251	単位補修費価格×事業所数	-0.0082	0.0073
事業所数	-0.2125	0.1292	単位補修費価格×タイムトレンド	0.0032*	0.0017
タイムトレンド	0.0144	0.0426	委託費率×財政力指数	0.0567**	0.0209
産出量の2乗	0.0014	0.0222	委託費率×コンテナ貨物率	-0.0042***	0.0008
単位人件費の2乗	0.0555***	0.0056	委託費率×事業所数	0.0075	0.0091
単位資本価格の2乗	0.1537***	0.0047	委託費率×タイムトレンド	-0.0002	0.0017
単位補修費価格の2乗	0.1290***	0.0026	財政力指数×コンテナ貨物率	0.0549**	0.0198
委託費率の2乗	0.0170***	0.0048	財政力指数×事業所数	-0.1717	0.2013
財政力指数の2乗	-2.4486***	0.5366	財政力指数×タイムトレンド	0.0452	0.0427
コンテナ貨物率の2乗	0.0086**	0.0039	コンテナ貨物率×事業所数	-0.0606***	0.0103
事業所数の2乗	0.4301**	0.1602	コンテナ貨物率×タイムトレンド	-0.0025	0.0019
タイムトレンドの2乗	-0.0084	0.0102	事業所数×タイムトレンド	0.0148	0.0201
産出量×単位人件費	-0.0176***	0.0046	戦略港湾ダミー	-0.4800**	0.2139
産出量×単位資本価格	0.0086**	0.0025	拠点港湾ダミー	0.3559***	0.0850
産出量×単位補修費価格	0.0090**	0.0036	港湾運営会社制度	-0.0113	0.1313
産出量×委託費率	0.0033	0.0034	管理港湾数	-0.1336***	0.0226
産出量×財政力指数	0.2021*	0.0857	管理者ダミー	0.2639**	0.1005
産出量×コンテナ貨物率	0.0250***	0.0037	特定貨物依存度	-0.1844***	0.0505
産出量×事業所数	0.0137	0.0351	最大水深	-0.0284	0.0356
産出量×タイムトレンド	-0.0042	0.0075	北海道ダミー	-0.7537***	0.1751
単位人件費×単位資本価格	-0.0401***	0.0046	東北ダミー	0.4612***	0.0854
単位人件費×単位補修費価格	-0.0154***	0.0028	関東ダミー	0.0788	0.1415
単位人件費×委託費率	0.0003	0.0011	北陸ダミー	0.5094***	0.1171
単位人件費×財政力指数	0.1211***	0.0273	中部ダミー	0.0495	0.1256
単位人件費×コンテナ貨物率	-0.0060***	0.0013	近畿ダミー	0.2046*	0.1203
単位人件費×事業所数	-0.0287**	0.0134	中国ダミー	-0.1989*	0.0840
単位人件費×タイムトレンド	-0.0112***	0.0030	九州ダミー	0.0323	0.0717
単位資本価格×単位補修費価格	-0.1136***	0.0025	沖縄ダミー	-0.5894**	0.1903
単位資本価格×委託費率	0.0008	0.0010			

注 (1) ***は 1% 水準, **は 5% 水準, *は 10% 水準で有意であることを示す。

(2) pseudo R²=0.8361

るため費用を削減すると想定したが、今回の推定ではそのような関係は見られなかった。特定貨物依存度は負で有意の結果となり、特定の貨物を扱っている港湾の方が学習効果により費用を押し下げる効果があることが示されている。またコンテナ貨物取扱量が多い港湾は複雑性が上がり、費用が上昇する要因となることがわかる。

民間活用の変数については当初の予測と異なる結果が見られた。委託費率のパラメータの値は小さいものの符号は正であり5%水準で統計的に有意となったことから、委託の実施による効率的運営の確保が難しいことがわかる。パラメータが小さい原因は、委託費率に関して港湾収支表では委託費の内訳がないため、委託されている施設が港湾の日常運営に深く関わっているものかどうかは判断できず、費用への影響があまり見られない可能性がある。また、管理委託によって取引費用の上昇が費用を押し上げる可能性もある。

港湾運営会社制度については、符号が正であり港湾運営によい影響を与えていることを示唆しているが、その値は小さく、また統計的に有意な結果は得られていない。この結果について考えられる理由として、分析期間中に運営会社制度を導入した港湾は少なくまた、導入していたとしても導入期間が短いため、民間事業者のノウハウまだ十分に発揮させていないためと考えられる。また、今までの港湾運営会社制度に至るまで複数の民間活用制度が存在し、途中で港湾運営会社制度に切り替える場合もあるため、港湾運営会社制度のみの効果を抽出してその効果を計測するのは難しいといえる。

管理要因の分析結果をみると、財政力指数の符号が正で有意となっており、財政力指数が高いほど港湾効率的な運営を阻害している可能性があるとし示した。これは小川（2014）と同様の結果となっており、地方公共団体の財政力が高い港湾は、仮に経常損失を生じたとしても事後的な補填が得られやすいことが考えられる。ダミーは正で有意となり、市町村による港湾運営は、費用の上昇要因となり、効率的な運営を阻害するといえる。これは倉本・赤井（2013）の研究と同様の結果であり、港湾の管理は市町村が管理するより、都道府県で複数の港湾を管理の方が広域的な視点で各港湾の役割を決めることができ、無駄な競争を控えることができる。管理港湾数は負で有意の結果となっている。港湾管理数については赤井（2010）、倉本・赤井（2013）また小川（2014）の研究でも考察されており、今回の推定と同様に港湾管理者が管理している港湾の数が多いほど港湾経常管理運営費を押し下げるという結果が得られている。つまり港湾を単独で管理するよりは、周辺の港湾と一緒に管理した方が管理コストは低下する。

第9表では港湾TFPの計算結果について、2012年から2017年までの6年間の経年的な変化とその分解結果を示している。港湾の生産性を示すTFPの値は、7年間でそれほど大きな変動が見られない結果となっているものの、やや低下しているトレンドとなっている。これを要因分解した結果で見ると、分析期間中には産出量の増加が見

第9表 TFP の結果

全港湾平均	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2012-2018
TFP	-0.0008	-0.0266	-0.0282	-0.0179	-0.0044	-0.0057	-0.0836
産出量	0.0073	-0.0042	-0.0105	-0.0044	0.0077	0.0000	-0.0042
委託費率	-0.0042	-0.0074	0.0001	0.0032	0.0012	0.0054	-0.0018
財政力指数	0.0074	-0.0062	-0.0104	-0.0088	-0.0094	-0.0068	-0.0343
コンテナ貨物率	-0.0004	-0.0024	-0.0028	-0.0044	-0.0010	-0.0018	-0.0128
タイムトレンド	-0.0109	-0.0064	-0.0045	-0.0035	-0.0029	-0.0024	-0.0305

られず、また今回 TFP の計算ではタイムトレンドは費用関数の推定結果をそのまま使うので、技術退化という結果となり、TFP を低下させる要因となっている。

制度的要因については、財政力指数と委託費率も TFP を悪化させるという結果になった。前の費用関数と同様に、財政力指数が高いまた委託するほど港湾管理者の効率的な運営を阻害する可能性がある。しかし 2015-2018 年では委託費率が TFP を上げる要因となっている。つまり委託開始当初は、契約や業務などに熟知していないため民間事業者の経営による効果が見られないが、その効果が委託の期間によって徐々に出ていくと考えられる。

V まとめと課題

本研究では、日本の港湾運営に関する政策や制度の効果を定量的に把握することを目的とし、費用関数による港湾の生産性分析 (TFP) を行った。本章ではこれまでの分析のまとめとして、分析結果をもとに、港湾の TFP の低下をもたらした原因や今後の国際競争力強化に向けた政策的方向などについての若干の政策的インプリケーションを述べることにする。

まず、港湾管理者財政に関して、港湾管理者である地方公共団体の財政力が高いほうが、港湾の効率的な運営を阻害することが示めされた。これは倉本・赤井 (2013) や小川 (2014) などの先行研究と研究と同様の結果となり、地方公共団体の財源が充実している場合、事後的な補填が得られやすい (つまり、ソフトな予算制約が発生する) と考えられ、港湾管理者の積極的な管理運営への努力を弱めている可能性がある。より効率的な港湾運営を目指すために、現行の補助制度をハード化させる必要がある。

次に、港湾の管理形態の影響については、市町村で管理すべきか都道府県で管理すべきかについて先行研究でも議論されており、本研究の分析結果では、都道府県による港湾管理は市町村より港湾運営に良い影響を与えているという結果を得ている。港湾は初期建設費が膨大であり、また毎年の維持費も大きいため、財政力小さい市町村よりは規模の大きい都道府県に管理を任せる方が適切であると考えられる。さらに都道府県によ

る管理は1つの港湾だけでなく、都道府県にある港湾全体に注目し、港湾それぞれの合理的な配置が可能となる。分析でも管理港湾数が負で有意な結果となり、管理者が複数港湾を管理したほうが費用の低減がみられ、港湾管理における規模の経済性があるといえる。運営に規模の経済が存在する場合、港湾を集約させその規模の効果を発揮させるべきであるが、市町村による運営の場合、港湾管理者による独立の運営により過大な競争が起こる恐れがある。そのため港湾の競争と連携のバランスを考えなければならないだろう。以上の結果を踏まえると、港湾の管理運営は特に地域内に複数の港湾が存在する場合、一体的に都道府県に任せようほうがより広域な視点で各港湾の役割を考え、役割分担をさせることより無駄な競争を抑制し、地域にとって効率的な運営を可能となる。つまり港湾間の統合をより進めることで、港湾管理運営の広域化の効果が期待できる。

また、近年の港湾政策については、国際戦略港湾にいい影響を与えているという結果を得たが、その傾向は国際拠点港湾では見られなかった。TFPの計測よりTFPが年々低下している状況であることから日本港湾の国際競争力を高めるためには、これまでの国際戦略港湾に対する施策をより強化する必要があるだろう。しかし、このような「選択と集中」政策のみに焦点を当てると国際戦略港湾以外の港湾、特に地方港のさらなる衰退を招くという考え方もある。この考え方が重視されるのであれば、国際戦略港湾など一部の港湾運営が最適であっても国内港湾全体の観点から最適とは言えないかもしれない。国内の港湾全体の発展を目指す場合は、国際戦略港湾の部分最適を目指すよりも日本港湾の全体的最適を目指す港湾政策が必要であるという政策が考えられる。しかし、これは短期的な視点であると考え。東アジアの主要港湾におけるわが国の現状をみる限り、このままでは我が国の港湾の国際競争力はさらに低下し、京浜港や阪神港であっても将来的には釜山や上海のフィーダー港湾に陥る恐れがある。このような事態を避けるためにも国際戦略港湾に限りある資源を集中させ、これらの港湾において国際競争力を強化することでわが国全体のパイを大きくすることを優先し、その後のパイの分配段階で地方港を中心とする国内他港湾にそのベネフィットを波及させるという中長期的な計画や考え方も必要であろう。

最後に、今回の研究の焦点となっている民間活用、つまり委託費率また港湾運営会社制度について議論をしたい。本研究で行った費用関数の推計において民間活用の変数が費用を削減する結果が得られなかったが、TFPの分解による経年的な影響分析では委託による効果が徐々に出ているという結果を得ている。そのため、民間活用そのものが港湾運営に効果がないとはいい切れない。Liu (1993), Cullinane et al. (2002), Cullinane and Song (2010) などによる英国や東アジアの主要港湾を分析では、民営化の程度が大きいほど港湾効率性にいい影響を与え、民間参入度が高いあるいは完全民営化の方が高い効率性が出るという結果となっている。また、Tong and Wu (2005) で

は、港湾施設の所有また港湾運営を全て民間に任した方が効率的であると結論を得ている。これらの先行研究が対象にした国々と比べて日本の港湾運営制度の効果がでない原因の1つは、わが国において民間活用の導入がまだ浅い段階にあるからだと考えられ、結果としてその効果まだ発揮できていないと言える。しかし、今後、民間活用の効果をより発揮させ現行の港湾政策の目標を実現するためには、現行の港湾運営会社制度についていくつかの問題点を指摘することができる。その1つは民間事業者の経営自由度の低さにある。すでに本稿の「II」で述べたように、選定された港湾運営会社は特定の港湾管理者（地方公共団体）から多くの出資を受けているため、出資者である地方公共団体による地域的な利益誘導の圧力が強く、これが自由な民間経営を阻害させている恐れがある。また港湾運営会社制度の仕組みでは、港湾運営会社は港湾計画について提案ができるが、あくまで提案であり、採択するか否かは港湾管理者の判断に委ねられている。たとえ港湾運営に適切な判断であっても、港湾管理者の不利益を起す場合は選択されない可能性がある。いま1つの問題は、事業展開が制限されている点である。港湾運営会社制度設立の目的は、国が建設した港湾施設の使用料金を港湾管理者では柔軟に設定できないことにあった。港湾運営会社の利益は荷主や船社、民間事業者の港湾施設使用料金の合計である収益と港湾運営会社の費用である国や港湾管理者に支払う貸付料金の差額となる。しかし、国または港湾管理者が設定した貸付料金の低廉さが十分でないことや、貸付施設量が少ない場合は港湾運営会社の収益源が十分に確保できないため、港湾運営会社が積極的に事業を展開し荷主や船社を誘致しようとしても施設使用料金を下げることができないという問題もある。特に国際拠点港湾の場合、港湾規模また国の支援政策が国際戦略港湾と大きな格差が存在し、国際戦略港湾を基準し作られた港湾運営会社制度をそのまま国際拠点港湾に適用しても、同様の効果が期待できない可能性がある。このような問題を考慮し、港湾運営会社が独創的な経営と迅速な経営判断を行うためには、まず港湾運営会社を独立させる、あるいは地方公共団体の制約から解放する必要であるだろう。また港湾間の格差、支援措置の違いなどを考慮し、港湾運営会社が事業を積極的できるよう、国や港湾管理者は港湾運営会社制度を港格によって柔軟的で調整するように改めて設定する必要がある。

以上の議論を踏まえ、日本港湾の国際競争力を強化ための課題をまとめたものが第10表となる。まず、港湾管理におけるソフトの予算制約については、小川（2014）でも述べられているように、その問題が発生する原因は現行の港湾会計制度である。港湾の会計制度は官庁会計の一般会計に適用し、この会計制度より港湾運営の赤字が発生する場合、一般会計からの繰入金により補填が得られる。また官庁会計では減価償却が行われないのが原則であるため、港湾運営において実質的な収支を把握することが困難である。このような事後的な補填を阻止し、港湾収支を明白するためには、独立採算により

第10表 国際競争力の強化に資する港湾運営の課題

対象	課題
港湾管理者	ソフトの予算制約 港湾広域的な管理
国際コンテナ戦略港湾制度	「選択と集中」をさらなる強化 フィーダーネットワークの構築
港湾運営会社制度	独立性の弱さ 支援措置の強化

事業費用は経営に伴う収入でまかない、運営面では一般会計からの財源に依存しない会計制度が必要とされている。

国際コンテナ戦略港湾制度について、戦略港湾の欧米基幹航路の競争力を高めるためには、一定貨物の量を保証しなければならない。国際戦略港湾にさらに「集荷」させ、フィーダーネットワークを強化し、地方港から欧米基幹航路への輸送において、釜山港など東アジア主要港でのトランシップ貨物を、国際コンテナ戦略港湾へのフィーダー輸送への転換が必要となる。その上で日本全港湾における港湾間の役割を明確し、国際戦略港湾の政策措置や支援から得られたパイを地方港湾に分配する制度が必要となる。以上を含め、港湾管理における規模の経済を發揮するにも、港湾フィーダーネットワークの構築するためにも、港湾管理者が今の行政範囲を超え、港湾間の連携や統合が必要と考えられる。

そして、現在は港湾運営会社制度による民間のノウハウの蓄積はまだ浅く、十分に効果が出ているとは言えないが、海外でも民間活用の効果は出てきていることから、その効果を發揮できるように、これからも民間の参入をさらに拡大させる必要がある。公民の役割分担に関しても、ターミナル運営だけではなく、港湾岸壁など下物の建設や所有権も民間に少しずつ関与させるべきだろう。そして現在の港湾運営会社は、ほぼ国また地方公共団体の出資を受けているが、民間資金を導入させるべきだと考える。民間出資者は株価や配当に敏感であるため、港湾運営会社の運営の効率を高まる可能性がある。

また、港湾運営会社が民間のノウハウを活用し、積極的な集荷活動により日本の国際競争力を強化する目標を達成するためには、運営会社の独立な経営や判断ができるような環境を保証し、国、港湾管理者、運営会社の管理・運営の役割を明確にする体制の構築が急務である。さらに港湾運営会社が料金の設定を柔軟的で設定するために、国の支援（出資、貸付料金の下げ）の強化し、港湾運営会社の収益を保証できるように貸付料金の低廉さと借りられる港湾施設の拡大が必要となるだろう。

最後に本研究に関わる今後の研究課題について述べる。まず、TFPの測定について、

今回の費用関数の推定で使われたデータは資本価格に関するデータがなかったため、厳密的な費用関数とは言えない。また、港湾運営会社制度については今回ダミー変数で分析を行なったが、民間活用の効果は時間によって積み上げると考えられ、港湾運営会社制度の効果だけを見るよりも連続的な変数を使った方が妥当であるといえる。生産性の分解では連続的な変数の効果しか見られていないため、ダミー変数で取った港湾管理者また政策の効果については改めて考察しなければならない。第二に、委託費を含めて幾つの変数は内生性が存在する可能性がある。この場合、SFAで処理するかもしくはTFPを導出後、再度、要因分析することで、結果が変わる可能性がある。内生性を考慮した上での分析が必要である。以上、より正確なインプリケーションの導出のためにもさらなる分析の精緻化が必要であり、これらについては今後の課題としたい。

謝辞

本研究遂行に当たり、前神戸大学大学院海事科学研究科博士課程前期課程の王子淳氏には、データ入力・整理、計算等において多大な貢献をいただいた。また、日本交通学会関西西部会2021年4月例会の参加者の皆様より貴重なコメントをいただいた。ここに心より謝意を表する。なお、本稿に残る誤りは全て筆者の責任である。

参考文献

- Al-Hadi, A. A. and Peoples, J. (2016) "Input price effect on productivity gains in the United States railroad industry," *Journal Ekonomi Malaysia*, Vol.50(2), pp.3-14.
- Capalbo, S. M. (1988) "Measuring the components of aggregate productivity growth in U.S. agriculture," *Western Journal of Agricultural Economics*, Vol.13, No.1, pp.53-62.
- Cordero-Ferrera, J. M., Pedraja-Chaparro, F. and Salinas-Jimeénez, J. (2008) "Measuring efficiency in education: an analysis of different approaches for incorporating nondiscretionary inputs," *Applied Economics*, Vol.40(10), pp.1323-1339.
- Coto-Millan, P., Banos-Pino, J. and Rodriguez-Alvarez, A. (2000) "Economic efficiency in Spanish ports: some empirical evidence," *Maritime Policy and Management*, Vol.27, No.2, pp.169-174.
- Cullinane, K., Song, D. K. and Gray, R. (2002) "A stochastic frontier model of the efficiency of major container terminals in Asia: assessing the influence of administrative and ownership structures," *Transportation Research Part A*, Vol.36, pp.743-762.
- Cullinane, K., Wang, T. (2010) "The efficiency analysis of container port production using DEA panel data approaches," *OR spectrum* 32, pp.717-738.
- Denny, M., Fuss, M., Everson, C., and Waverman, L. (1981) "Estimating the effects of diffusion of technological innovations in telecommunications: the production structure of Bell Canada," *Canadian Journal of Economics*, February, pp.24-43.
- Ding, ZY., Wang, Y., Yeo, GT. (2015) "The relative efficiency of container terminals in small and medium-sized ports in China," *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol.36, pp.231-251.
- Estache, A., Gonzalez, M. and Trujillo, L. (2002) "Efficiency gains from port reform and the potential for yardstick competition: lessons from Mexico," *World Development*, Vol.30, No.4, pp.545-560.
- Itoh, H. (2002) "Efficiency changes at major container ports in Japan: A window application of data envelopment analysis," *Review of Urban and Regional Development Studies*, Vol.14, No.2, pp.133-152.
- Liu, Z. (1995) "The comparative performance of public and private enterprises," *Journal of Transportation*

- Economics and policy* (September), pp.263-274.
- Martinez, E., Diaz, R., Navarro, M., and Ravelo, T. (1999) "A study of the efficiency of Spanish port authorities using data envelopment analysis," *International Journal of Transport Economics*, Vol.26, No.2, pp.237-253.
- Mizutani, F., Uranishi, S. (2003) "The post office vs. parcel delivery companies : competition effects on costs and productivity," *Journal of Regulatory Economics*, Vol.23, pp.299-391.
- Mizutani, F., Uranishi, S. (2007) "The effects of privatization on productivity and capital adjustment," *International Journal of Transport Economics / Rivista internazionale di economia dei trasporti*, Vol.34, No.2, pp.197-224.
- Odeck, J., and S. Bråthen (2012) : "A meta-analysis of DEA and SFA studies of the technical efficiency of sea ports : a comparison of fixed and random-effects regression models," *Transportation Research Part A*, Vol.46, pp.1574-1585.
- Panayides, P. M., Maxoulis, C., Wang, T. F., and Ng, K. Y. A. (2009) "A critical analysis of DEA applications to seaport economic efficiency measurement," *Transport Reviews*, Vol.29, No.2, pp.183-206.
- Roll, Y. and Hayuth, Y. (1993) "Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA)," *Maritime Policy and Management*, Vol.20, No.2, pp.153-161.
- Tongzon, J. L. (2001) "Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis," *Transportation Research Part A*, Vol.35, pp.113-28.
- Tongzon, J. and Wu, H. (2005) "Port privatization, efficiency and competitiveness : Some empirical evidence from container ports (terminals)," *Transportation Research Part A*, Vol.39, pp.113-28.
- Valentine, V. F., and Gray, R. (2001) : "The measurement of port efficiency using data envelopment analysis," Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research, Seoul, South Korea, 22-27 July, 2001.
- Wang, T. F., D. W. Song and Culliane, K. (2003) : "Container port production efficiency : A comparative study of DEA and FDH approach," *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, pp.698-713.
- 赤井伸郎『交通インフラとガバナンスの経済学』, 有斐閣, 2010年。
- 市来清也『港湾管理論(四訂版)』, 成山堂書店, 1996年。
- 宮本沙紀『我が国の港湾における効率性の計測に関する研究』東京海洋大学修士論文, 2015年。
- 小川雅史「地方公共団体による港湾の管理運営の効率性に関する一考察: ソフトな予算制約問題の視点から」『海運経済研究』第48号, 2014年, pp.73-82。
- 黒田勝彦『日本港湾政策-歴史と背景-』成山堂書店, 2014年。
- 倉本宜史・赤井伸郎「国内港湾運営の効率性に関する要因分析-財政要因を考慮した分析-」『交通学研究』第56号, 2013年, pp.147-154。
- 鬼木甫・テイ オーム・ロドニー スティーブソン「民営化でNTTの生産性は上昇したか-NTTの総生産性分析-」, 奥野・鈴木・南部編『シリーズ現代経済研究5 日本の電気通信-競争と規制の経済学-』, 日本経済新聞社, 1993年。
- 寺田一薫・寺田英子「港湾運営のガバナンス」, 川崎・寺田・手塚 編著『コンテナ港湾の運営と競争』第6章所収, 成山堂書店, 2013年。