国際物流における標準化の経済便益評価

平成１９年２月２日

京都大学工学部地球工学科土木工学コース

堀　慶太

要　旨

　現在，経済活動のますますの国際化に伴い，国際物流の重要性が増している．特にアジアでは，シームレスアジアの実現が必要であり，海陸一貫輸送のボトルネックの解消が問題となっている．現状では，コンテナの規格が様々であり，コンテナをトラックに積み込むコンテナターミナルがボトルネックとなっている．本研究では，コンテナの国際標準化によりボトルネックが解消される効果を，市場厚の経済性で示す．具体的には，トラックとコンテナの行動を，二重待ち行列を用いてモデル化し，国際標準統一市場と，異なる規格が混在する市場での，トラック企業の行動と，コンテナ所有者の行動の均衡状態を定式化する．そして，この2つの市場のどちらが，トラック企業やコンテナ使用者にとって効率的か，また，効率性に影響を及ぼす要因について分析する．

目　次

1　はじめに

経済活動のますますの国際化に伴い，様々な分野において「国際標準（グローバルスタンダード)」に対する関心が高まってきている．国際市場において円滑に経済社会活動を行っていくには，貿易の障壁を取り除くことが重要である．そのためには国際標準化により，国際間で取引される財の両立性，互換性を確保することで，生産や流通を効率的にしていくことが必要である[1)].

ヨーロッパでは，早くから国際標準化の重要性を認識し，欧州連合（EU）を発足させ，通貨の統一が行われ，単一市場を形成するに至った．また国際的にもヨーロッパ主導で標準化が進められてきた．今後はアジアでも，EUの経済規模に準ずる経済圏を形成することが求められており，東アジアと日本間での国境障壁を取り除く，シームレスアジアの実現が望まれている[2)].

シームレスアジアは，アジアとの国際分業を進める日本企業の経済交流を中心に，観光等の文化・社会交流が，国境を意識せずに展開されるための環境を指す.人流に関しては，ビジネス目的の旅行等，迅速な移動ニーズに対応するための，東アジアと日本の間の「日帰り可能圏」の形成と拡大，そして迅速な移動方法の選択肢を増やすことを目標としている．物流に関しては，コスト削減や，ジャストインタイム，多品種少量輸送を勘案した，確実で迅速な輸送方法の選択肢を増やし，「貨物翌日配達圏」を拡大することを目標としている．この目標を達成するには，東アジア，日本間での物流規格の統合による，海陸一貫輸送が，必要となる．例えば，現在の中国と日本間の物流を見れば，コンテナを固定するシャーシが，中国国内のトラック専用のものと，船舶専用のもの，日本国内のトラック専用のものが全て異なっており，中国と日本の港湾におけるシャーシの付け替えに時間を費やしている．もし，シャーシを中国国内用と，船舶用，日本国内用で共有することができれば，港湾でのシャーシの付け替え時間を大幅に短縮することができる．このように，東アジアの生産拠点と，日本国内の大規模物流拠点の間に，なるべく港湾の荷役のようなボトルネックを作らないことが，シームレスアジアの実現に必要なのである[3),4)].

物流に関しては，特に国際海上輸送に対応したネットワークを作ることが重要である．近年は，中国などで大量生産された製品を，コンテナで大量に輸送する需要が増えており，今後も需要の飛躍的な増加が予想される．より大きなコンテナ

で輸送すれば，製品一つあたりの輸送コストがより低下するので，コンテナの大型化が進んできた．そして，主要港にガントリークレーンが設置され，より大型なコンテナ船が接舷できるよう港湾の大水深化が進むなど，大量輸送に対応した環境が整いつつある．

コンテナの大型化は国際標準に準じたものであり，現在では，40フィート海上コンテナが，国際的には主流となっている．しかし，日本国内の陸上輸送では，主要幹線道路の道路幅に制約があることから，比較的小さいコンテナが主流であり，それに対応したトラックがほとんどである．そのため，港湾において，国際標準海上コンテナから，国内陸上輸送用のコンテナに積み替える作業が発生する．その結果，船舶が入港してから貨物が引き取られ陸上輸送手段で送り出されるまでのリードタイムが，日本の税関手続きの複雑さと相まって，国際的主要港の1日に対し，日本は数日を費やしてしまう[5)]．このボトルネックを解消して，国際的主要港と同レベルのサービスを提供できるように，40フィート海上コンテナがそのまま主要道路を走行できるように道路幅を拡幅し，40フィート海上コンテナに対応したトラックを増やしていかねばならない．

現在の日本の状況では，すぐに40フィート海上コンテナでの輸送に統合することは難しい．また，国際標準の海上コンテナも20フィート，40フィート，45フィートの種類があり，高さも背高コンテナが普及してくるなど，種類が様々である．日本の国内での規格のコンテナの種類も合わせると，数十種類もあり，港湾のコンテナターミナルにおいて，船舶から降ろされたコンテナと，それを積載するトラックや，列車とのマッチングに手間が掛かる状況である．そのため，日本では，国際標準コンテナに統一されている国と比べて，たとえ国際標準海上コンテナから，国内陸上輸送用のコンテナに積み替える作業時間が全くかからないとしても，ミスマッチングが起こる可能性が増え，待ち時間が増大する可能性がある[3),4)]．

本研究では，港湾における，コンテナ船から降ろされたコンテナがトラックに積載されるコンテナターミナルで，規格を統一することと，異なる規格のコンテナを混在して扱うことの違いによって生じる，待ち時間の差に注目して，経済効率性を検証する．そのため，国際標準統一市場と，異なる規格が混在する市場をモデル化する．ここでは，コンテナを大きくして，一度の輸送量を増やすことで荷物1単位あたりの輸送費用が減少することは研究の対象ではないので，コンテナは，全て同じ容量であるとし，形状だけが異なるものと仮定する．

国際標準統一市場では，コンテナと，コンテナを積載するトラックの規格は，国際標準規格に統一されており，コンテナターミナル窓口は1つであると考えられる．そして，コンテナ，トラックの双方が，一本の待ち行列を作る．コンテナが到着しなくても，トラックが到着しなくても待ち時間の増加につながる．双方の到着率が増加すると待ち時間は減少し，サービス取引が効率化されるので，市場厚の経済性が存在する．市場厚の経済性の視点に立てば，国際標準統一市場の方が，効率的である．

一方，異なる規格が混在する市場では，コンテナは異なる規格のものが混在して到着し，トラックも，異なる規格のものが混在して到着する．コンテナをトラックに積載するターミナルの市場では，コンテナ，トラック双方の規格がマッチングすることが必要であるので，規格ごとに複数の窓口が存在すると考えられる．この場合，窓口1つあたりのコンテナ，トラック双方の到着率は減少する．このため，待ち時間が増加する可能性がある．

以上のことから，これら2種類の市場の比較は，市場厚の経済性を考慮して検討することが必要となる．以下**2**では本研究の基本的な考え方を説明する．**3**では2重待ち行列モデルを用いてトラック，コンテナの行動をモデル化し，国際標準統一市場と，異なる規格が混在する市場での均衡状態を定式化する．**4**では2つの市場を比較分析する．

2　本研究の基本的な考え方

2.1　従来の研究概要

従来，標準についての研究は数多くなされてきたが，標準という用語は，必ずしも確立した明確な定義を持つわけではなく，あいまいである[6]．標準化することで得られる効果は，末松によると，インターフェイス規約と，購買リスクの低減，販売量増加による製品力の強化に起因すると言える[7]．

インターフェイス規約の価値は，インターフェイスの採用による取引費用の削減と，ネットワークの外部性の増大で決定される．ネットワークの外部性に関しては，ShyやShapiroが研究しており，国際的ネットワークの外部性が存在する場合，国際標準を採用することで，相当なポジティブフィードバックが得られることを指摘している[8],[9]．国際物流におけるコンテナの国際標準化問題に関しても，同じ財・サービスを消費する個人の数が多ければ多いほど，その財・サービスの消費から得られる効用が高まる点においては，ネットワークの外部性があると言える．しかし，この場合のネットワークの外部性とは，国際標準コンテナの場合は，単にその使用者数が増えることによる効果というよりも，その使用により，コンテナ船から降ろされたコンテナがトラックに積載されるコンテナターミナルでの荷役時間の短縮に起因する効果であるといえる[5]．そのため，通常のネットワークの外部性に関する研究とは異なるモデルを考える必要がある．コンテナとトラックがマッチングされるコンテナターミナルにおいては，より多くの貨物が集まればコンテナを運搬するトラックもより頻繁に到着するようになり，それがさらに多くの貨物を集めるという，市場厚の経済性が働く．スポット市場における市場厚の経済性は，松島等[10)−13)]がタクシー市場を対象として様々な分析を行っている．本研究では，松島等のモデルを援用し，国際貨物輸送におけるコンテナの標準化の効果が市場厚の経済性として表現されることを説明する．

2.2　国際標準コンテナ

元々コンテナの規格は，各国ごとで決まっており，日本にも主要幹線道路の幅や，JR貨物の車両限界を考慮して定められた国内規格がある．そのため，各国ごとにコンテナの規格が様々であり，国際物流において，コンテナからコンテナへ，荷物を詰め替えるのが障壁となる．そこで国際標準化機構（ISO）が国際標準のコンテ

ナサイズを決定して，各国がそれに徐々に合わせていこうという風潮である．ISOが定めた国際標準海上コンテナは，20フィート，40フィート，45フィートの種類がある．現在では，40フィート海上コンテナが，国際的には主流となっている．しかし，日本国内の陸上輸送では，主要幹線道路の道路幅に制約があることから，比較的小さいコンテナが主流であり，それに対応したトラックがほとんどである．そのため，コンテナ船から降ろされたコンテナをトラックに積み込む際に，コンテナからコンテナへ荷物を詰め替えるのが，ボトルネックとなっている．また，同じ大きさのコンテナ，例えば20フィートコンテナも，国際標準規格のコンテナと，日本国内標準コンテナで規格が異なり，そのため，規格の異なるコンテナと，トラックのミスマッチングが起こり，ボトルネックとなっているのが問題である．

2.3　市場厚の経済性

市場でサービス取引が成立するためには，トラックとコンテナの双方が市場を利用しなければならない．しかし，トラックもコンテナも市場に到着するまでは，市場の状態を完全に知ることは不可能である．トラックもコンテナも，市場の状況に関する不確実な憶測に基づいて，市場を利用するかどうかを決定する．トラックが市場を利用するためには，走行費用が必要である．また，市場に先着者がいれば，待ち行列に加わり，順番を待つ必要がある．このように市場ではトラックとコンテナの間に取引が成立するために，トラック，コンテナのいずれも，走行費用や待ち費用を負担することが必要となる．本研究では，トラックサービスの取引を成立させるためにトラックとコンテナが負担するこれらの費用を，取引費用と呼ぶ．

このような不完全な憶測と，取引費用が原因となり，市場における取引において金銭的外部経済が発生する．すなわち，トラックとコンテナが互いにより頻繁に市場に到着すれば，互いに相手にとって外部的な利得を与えるという市場厚の経済性が存在する．トラックとコンテナが互いに需要と供給の増加を予想すれば，このような予想は，実際に需給を増加させ，そこに市場厚の経済性が働き，予想は現実のものとなる．同様の理由により，低い需給関係に関する予想も自己実現的である．このように，情報の不完全性と取引費用を要する市場では，戦略的外部性が働くため，市場にはポジティブなフィードバックによる乗数効果が働く．特に，トラックやコンテナが同質的である限り，このような外部性に起因して市場規模が大きいほどより効率的にサービス取引が行われる．

2.4 本研究の目標

以上のように，国際物流において国際標準を採用することは，コンテナとトラックのコンテナターミナル市場の窓口を1つにする効果であるといえる．国際標準を採用するには，固定費用が必要である．また，市場厚の経済性の効果も発生する．本研究では，国際標準統一市場と，異なる規格が混在する市場でのサービス取引を，2重待ち行列を用いてモデル化する．そして，この2つのどちらの市場が，トラック企業やコンテナ使用者にとって効率的か，また，効率性に影響を及ぼす要因は何かを分析する．

3　市場均衡

3.1　トラック企業とコンテナ所有者の基本行動モデル

本研究では，港湾での，コンテナ船から降ろされたコンテナがトラックに積載されるコンテナターミナル市場をモデル化して考える．

まず本節では，単一窓口を有する市場における，1種類のトラックを有するトラック企業と，1種類のコンテナの所有者の行動をモデル化する．単一窓口では，トラックとコンテナの双方が単一の待ち行列を形成する．のちに，複数の窓口を設置した場合もとりあげるが，基本的には単一窓口のモデルを利用することになる．

長期的には，市場へのトラック企業，コンテナ所有者の新規参入，撤退が生じ，トラックとコンテナの平均到着率μ, λが変化する．トラック企業は，利潤が最大となるようにトラックを送り込む．コンテナ所有者は，期待効用が正となる場合に，この市場を利用する．そして長期的には市場におけるトラックとコンテナの平均到着率が同時にある均衡水準に収束する．

3.1.1　トラック企業の基本行動モデル

トラック企業は，トラックを制約なく所有しており，企業の利潤を最大にするように，トラックを市場に送り出す．トラックの到着率をμ，コンテナの到着率をλと表す．いずれのタイプのトラックもトラック企業から送り出されれば，必ず待ち行列に並ぶと仮定する．企業の利潤πの最大化行動は

$$\max_{\mu, p} \pi = p\lambda - \mu S(\lambda, \mu) - \mu c \tag{3.1}$$

と表せる．ここで，$S(\lambda, \mu)$はトラックの待ち時間でλ, μの関数となる．待ち時間$S(\lambda, \mu)$の導出過程については，次節で説明する．また，pはトラックが一度コンテナを運ぶことでコンテナ所有者から支払われる賃金を表し，cはトラック1台を動かすのにかかる取引費用の総計とする．企業は利潤を最大にするように，μ, pを決定する．

3.1.2　コンテナ所有者の基本行動モデル

コンテナをトラックに積載して配送するのに，コンテナ所有者が負担する運賃をpと表す．これは，時間単位に換算したものである．vはコンテナがトラックを利用することよって得られる効用を表す．

いま，1つのコンテナが当該の市場を利用した場合，そのコンテナ所有者が得られる効用は

$$U = v - p - T(\lambda, \mu) \tag{3.2}$$

と表せる．$T(\lambda, \mu)$はコンテナの待ち時間で，導出過程は次節で説明する．

トラックを利用する可能性のあるコンテナの確率効用項vが，区間$[0, \overline{v}]$上で確率分布関数$F(v)$(確率密度関数$f(v)$)に従って分布すると仮定する．ここに，$\overline{v}$はコンテナがトラックを利用することによって得られる効用の上限値である．この時，コンテナ所有者はトラックを利用する効用が正となる場合にのみ，この市場でトラックを利用することになる．したがって，この市場を利用するコンテナは，

$$T(\lambda, \mu) + p \leq v \tag{3.3}$$

を満たすものである．潜在的コンテナの総数を$\overline{H}$とすれば，トラックを利用するコンテナ数hは

$$h = \overline{H}\{1 - F(T(\lambda, \mu) + p)\} \tag{3.4}$$

で表せる．個々のコンテナの市場への到着間隔が互いに独立な同一のポワソン到着(平均$1/\nu$)に従うと仮定すれば，h個のコンテナによる平均到着率は$\lambda = h\nu$と表せる．したがって，長期均衡におけるコンテナの到着率は

$$\lambda^* = \sigma\{1 - F(T(\lambda^*, \mu) + p)\} \tag{3.5}$$

を満足するようなλ^*に決定される[10)]．ここで，$\sigma = \nu\overline{H}$である．

3.2　2重待ち行列モデル

本節では，トラックとコンテナがターミナルでマッチングされる様子を，二重待ち行列モデルを用いて説明する．コンテナターミナルにおける市場では，単一の窓口だけが整備されており，トラックとコンテナの双方が単一の待ち行列を形成する．

市場を利用するコンテナの所有者は，他の市場のコンテナターミナルを利用することも可能である．コンテナの所有者は，過去このターミナルでトラックを利用した経験に基づいて，市場における平均的な待ち時間に関する情報を持っている．

コンテナは市場に到着して，はじめてその市場における実際の待ちの状態を知ることができる．一度市場に到着したコンテナは，その市場から立ち去らないと仮定する．

トラック企業もまた過去の経験を通じて平均的な待ち時間を知っている．ただし，トラック企業は市場のトラックの待ち行列の状況を観察して，トラックを市場に参入させるかどうかを決定することができ，トラックは，トラックの待ち行列が十分長い場合は市場から直ちに立ち去るとする．トラック企業は，コンテナを運ぶことで正の利潤を得ることができる限り，トラックを市場に参入させるので，基本的に$\mu \geq \lambda$である．

トラックの待ち行列長上限値Mは，外生的に与えられるとする．またトラックは，トラックを多数所有するトラック企業一社によって派遣されており，トラック企業同士の市場競争は行われないとする．

トラック，あるいはコンテナが市場に到着した時点で，相手側に待ち行列が形成されている場合には直ちにサービス取引は完了するが，取引相手が存在しない場合には相手の到着を待たねばならない．また，サービス取引は瞬時に完了すると仮定する．

3.2.1　2重待ち行列モデルの定式化

市場におけるトラックとコンテナの待ちの状態を状態変数mを用いて表す．$m > 0$の場合はm台のトラックが待ち行列を形成している状況を，$m < 0$はm個のコンテナが待ち行列を形成している状況を表す．サービスの取引は瞬時に終了すると仮定すれば，トラックとコンテナの双方が同時に待ち行列を形成するという状態は発生しない．双方に待ち行列が生じるような2重待ち行列モデルを利用することも可能であるが，本研究では，コンテナの一括取り扱い市場と，分離市場のサービスの相違に焦点を絞るために，市場における混雑現象を考慮しないこととする．一度市場に到着したコンテナは市場から立ち去らない．トラックの待ち行列長には上限Mが，外生的に与えられると仮定しているため，$-\infty \leq m \leq M$が成立する．時刻tで系の状態がmである確率を$p^t(m)$とする．この時，状態方程式は

$$
\begin{aligned}
p^{t+\Delta t}(M) &= (1-\lambda\Delta t)p^t(M) \\
&\quad +(1-\lambda\Delta t)\mu\Delta t p^t(M-1) + o(\Delta t)!
\end{aligned}
\tag{3.6}
$$

$$p^{t+\Delta t}(m) = (1-\lambda\Delta t)(1-\mu\Delta t)p^t(m) + (1-\lambda\Delta t)$$
$$\times\mu\Delta t p^t(m-1) + \lambda\Delta t(1-\mu\Delta t)p^t(m+1)$$
$$+o(\Delta t)! \quad (m=-\infty,\cdots,M-1) \tag{3.7}$$

と表せる．ただし，$o(\Delta t)!$は微小項である．状態方程式(3.6)，(3.7)の両辺をΔtで割り$\Delta t \to 0$の極限をとると，定常状態における状態方程式

$$-\lambda p(M) + \mu p(M-1) = 0 \tag{3.8}$$
$$-(\lambda+\mu)p(m) + \mu p(m-1)$$
$$+\lambda p(m+1) = 0 \ (m=-\infty,\cdots,M-1) \tag{3.9}$$

を得る．ここで，$p(m)$ $(m=-\infty,\cdots,M)$は定常状態においてトラックあるいはコンテナの待ち行列長がmである定常確率である．ただし，定常解が存在するためには$\mu>\lambda$が成立しなければならない．$\sum_{m=-\infty}^{M} p(m)=1$が成立することを考慮すると定常確率$p(m)$は

$$p(m) = (1-\rho)\rho^{M-m} \quad (-\infty \le m \le M) \tag{3.10}$$

と表される．ここで，$\rho=\lambda/\mu$である．トラックとコンテナの平均到着率がμ, λの時，トラックとコンテナの平均待ち行列長は，それぞれ

$$E(m>0:\lambda,\mu) = M - \frac{\rho}{1-\rho}(1-\rho^M) \tag{3.11}$$
$$E(m<0:\lambda,\mu) = \frac{\rho^{M+1}}{1-\rho} \tag{3.12}$$

と表せる[11)]．トラックの平均待ち時間$S(\lambda,\mu)$，コンテナの平均待ち時間$T(\lambda,\mu)$は

$$S(\lambda,\mu) = E(m>0:\lambda,\mu)/\mu \tag{3.13}$$
$$T(\lambda,\mu) = E(m<0:\lambda,\mu)/\lambda \tag{3.14}$$

となる．トラックが市場に到着した際，待ち行列長がMに達している確率は$p(M)=1-\rho$と表される．

3.2.2 2重待ち行列と規模の経済性

式(3.11),(3.12)より平均待ち時間長$E(m>0:\lambda,\mu)$, $E(m<0:\lambda,\mu)$は平均到着率λ,μに関してゼロ次同次であり，任意の$\mu>\lambda\ge 0$，$\theta>0$に関して

$$E(m>0:\lambda,\mu) = E(m>0:\theta\lambda,\theta\mu) \tag{3.15}$$

$$E(m < 0 : \lambda, \mu) = E(m < 0 : \theta\lambda, \theta\mu) \tag{3.16}$$

が成立する．つまり，コンテナとトラックの平均到着率が共にθ倍となっても待ち行列長は変化しない．

一方，式(3.13)，(3.14)より，任意の$\mu > \lambda \geq 0$，$\theta > 0$に関して

$$T(\theta\lambda, \theta\mu) < \frac{1}{\theta} T(\lambda, \mu) \tag{3.17}$$

$$S(\theta\lambda, \theta\mu) < \frac{1}{\theta} S(\lambda, \mu) \tag{3.18}$$

が成立する．すなわち，コンテナとトラックの平均到着率が共にθ倍になれば，系全体におけるコンテナとトラックの平均待ち時間は$\frac{1}{\theta}$倍となり減少する．つまり，市場に参入するコンテナとトラックの数が多くなればなるほど，市場が効率化していくという市場厚の経済性が表せる．

以上より，コンテナとトラックの双方の到着率が増加すればそれぞれの期待待ち時間は減少することが分かる．そのような市場は，より多くのコンテナとトラックが利用するようになる．そしてこのような市場では，コンテナあるいはトラックの到着率の増加が市場取引を通じて互いに他方の到着率の増加をもたらすという外部経済が存在している．このような外部経済性が，一方の到着率の増加（減少）が他方の到着率の増加（減少）をもたらすというポジティブ・フィードバックとして機能することになる．

3.3 国際標準統一市場

国際標準統一市場では，コンテナターミナルを利用するコンテナとトラックは，国際標準規格に則ったものであるとする．すなわち，窓口は1つであると考える．また，トラックは全て，トラック企業一社に所属しているとする．

3.3.1 トラック企業の行動

トラック企業は，トラックを制約なく所有しており，企業の利潤を最大にするように，トラックを市場に送り出す．送り出すトラックは一種類であり，トラックの到着率はμである．到着するコンテナは一種類であり，コンテナの到着率をλと表す．全てのトラックは，トラック企業から送り出されれば，待ち行列が最大長に満たない場合は，必ず待ち行列に並ぶと仮定する．トラック企業の利潤最大化行動は

$$\max_{\mu, p} \pi = p\lambda - \mu S(\lambda, \mu) - \mu c \tag{3.19}$$

と表せる．

3.3.2 コンテナ所有者の行動

コンテナとトラックが単一の窓口で待ち行列を形成するため，待ち行列は，λとμの関数となる．そして，各タイプのコンテナの均衡状態は

$$\lambda^* = \sigma\{1 - F(T(\lambda^*, \mu) + p)\} \tag{3.20}$$

を満足するようなλ^*に決定される．そして効用は

$$U = v - p - T(\lambda^*, \mu) \tag{3.21}$$

と表される．

3.3.3 均衡解

トラック企業は，コンテナの到着率がλ^*であるという制約条件の下で，利潤最大化行動をとる．トラック企業の利潤最大化問題を，ラグランジェの未定乗数法を用いて解く．また，トラックを利用する可能性のあるコンテナの確率効用項vの確率密度関数$f(v)$は，一様分布であると仮定する．この仮定により

$$f(v) = \frac{1}{\bar{v}} \tag{3.22}$$

$$F(v) = \frac{v}{\bar{v}} \tag{3.23}$$

となる．

ラグランジェ関数は

$$\text{Ł} = p\lambda - \mu S(\lambda, \mu) - \mu c + \alpha[\lambda - \sigma\{1 - \frac{1}{\bar{v}}(T(\lambda, \mu) + p)\}] \tag{3.24}$$

と表せる．トラック企業の利潤が最大となる点では

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = p - \mu\frac{\partial S(\lambda, \mu)}{\partial \lambda} + \alpha(1 + \frac{\sigma}{\bar{v}}\frac{\partial T(\lambda, \mu)}{\partial \lambda}) = 0 \tag{3.25}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = -S(\lambda, \mu) - \mu\frac{\partial S(\lambda, \mu)}{\partial \mu} - c + \frac{\sigma}{\bar{v}}\alpha\frac{\partial T(\lambda, \mu)}{\partial \mu} = 0 \tag{3.26}$$

$$\frac{\partial L}{\partial p} = \lambda + \alpha\frac{\sigma}{\bar{v}} = 0 \tag{3.27}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} = \lambda - \sigma\{1 - \frac{1}{\bar{v}}(T(\lambda, \mu) + p)\} = 0 \tag{3.28}$$

の4つの式を満たすことが条件となる．つまり，この4式を満たす(λ^*, μ^*, p^*)が均衡解となる．

3.4 異なる規格が混在する市場

異なる規格が混在する市場では，市場を利用するコンテナが，タイプ1とタイプ2という，2つの異なるタイプに分類できると考える．また，市場に来るトラックも，タイプ1とタイプ2の2つの異なるタイプがあると考える．コンテナは，自らのタイプに応じたタイプの窓口を利用することが義務付けられているとする．つまり，窓口は2つあり，タイプ1のコンテナとタイプ1のトラックが利用する窓口と，タイプ2のコンテナとタイプ2のトラックが利用する窓口がある．

2つのタイプのコンテナは容量が同じであるが，コンテナの形が異なると仮定する．そのため，タイプ1のコンテナをタイプ2のトラックに積載することや，タイプ2のコンテナをタイプ1のトラックに積載することはできない．そして，2つのタイプのトラックは，同じ一つの会社に属しており，それぞれ別途に運賃を設定していると考える．タイプk $(k=1,2)$のトラックが設定する運賃をp_kと表す．運賃は時間単位で表現されている．

3.4.1 トラック企業の行動

トラック企業は，タイプ1とタイプ2のトラックを制約なく所有しており，企業の利潤を最大にするように，それぞれのタイプのトラックを市場に送り出す．タイプk $(k=1,2)$のトラックの到着率をμ_k，タイプi $(i=1,2)$のコンテナの到着率をλ_iと表す．タイプ1のコンテナとトラックが利用する窓口と，タイプ2のコンテナとトラックが利用する窓口があり，それぞれで待ち行列を作る．そして，トラック到着率を$\mu=\mu_1+\mu_2$，コンテナの到着率を$\lambda=\lambda_1+\lambda_2$とするような単一窓口の2重待ち行列モデルでサービス取引を表現できる．いずれのタイプのトラックもトラック企業から送り出されれば，必ず待ち行列に並ぶと仮定する．企業の利潤の最大化行動は

$$\max_{\mu_1,\mu_2,p_1,p_2} \pi = p_1\lambda_1 + p_2\lambda_2 - \mu_1 S(\lambda_1,\mu_1) - \mu_2 S(\lambda_2,\mu_2) - \mu c \tag{3.29}$$

と表せる．ここで，cはトラック1台を動かすのにかかる取引費用の総計とする．企業は利潤を最大にするように，μ_1,μ_2,p_1,p_2を決定する．

3.4.2 コンテナ所有者の行動

コンテナ所有者は，どちらのタイプのコンテナも制限なく自由に使用できるとする．タイプ1，タイプ2どちらのコンテナも，容量が同じで形状だけが異なると仮

定しているので，得られる効用は同じvであるとする．また，タイプiのコンテナがトラックに支払う賃金は，p_iであり，この市場では$i = k$であるので，$p_i = p_k$である．

いま，タイプiのコンテナが当該の市場を利用した場合，効用は

$$U_i = v - p_i - T(\lambda_i, \mu_i) \tag{3.30}$$

と表せる．そして，タイプiのコンテナが市場を利用するためには

$$T(\lambda_i, \mu_i) + p_i \leq v \tag{3.31}$$

が成立しなければならない．タイプiの潜在的コンテナの総数を$\overline{H_i}$とすれば，トラックを利用するコンテナ数h_iは

$$h_i = \overline{H_i}\{1 - F_i(T(\lambda_i, \mu_i) + p_i)\} \tag{3.32}$$

で表せる．個々のコンテナの市場への到着間隔が互いに独立な同一のポワソン到着(平均$1/\nu_i$)に従うと仮定すれば，h_i個のコンテナによる平均到着率は$\lambda_i = h_i\nu_i$と表せる．したがって，長期均衡におけるコンテナiの到着率は

$$\lambda_i^* = \sigma_i\{1 - F_i(T(\lambda_i^*, \mu_i) + p_i)\}\ (i = 1, 2) \tag{3.33}$$

を満足するような$\lambda_i^*\ (i = 1, 2)$に決定される．ここで，$\sigma_i = \nu_i\overline{H_i}$である．したがって，運賃$p_k\ (k = 1, 2)$を与件とする場合の市場均衡は

$$\lambda_1^* = \sigma_1\{1 - F_1(T(\lambda_1^*, \mu_1) + p_1)\} \tag{3.34}$$

$$\lambda_2^* = \sigma_2\{1 - F_2(T(\lambda_2^*, \mu_2) + p_2)\} \tag{3.35}$$

を満足するλ_1^*, λ_2^*により表せる．

また，このような分離市場では，コンテナの所有者は，期待効用の大きい方の市場を選択する．そのため，どちらかの市場の期待効用が大きいと，そちらの市場のみが利用され，他方の市場は，全く利用されないことになる．そのため，分離市場が成立するには，長期的に

$$v - p_1 - T_1(\lambda_1, \mu_1) = v - p_2 - T_2(\lambda_2, \mu_2) \tag{3.36}$$

となることが必要となる．

3.4.3 均衡解

トラック企業は，コンテナの到着率がλ_i^* $(i=1,2)$であるという制約条件の下で，利潤最大化行動をとる．トラック企業の利潤最大化問題を，ラグランジェの未定乗数法を用いて解く．

また，トラックを利用する可能性のあるコンテナの確率効用項v_i $(i=1,2)$の確率密度関数$f(v_i)$は，一様分布であると仮定する．この仮定により

$$f_i(v_i)=\frac{1}{\overline{v_i}} \tag{3.37}$$

$$F_i(v_i)=\frac{v_i}{\overline{v_i}} \tag{3.38}$$

となる．

ラグランジェ関数は

$$\begin{aligned}
\text{Ł}=\;&p_1\lambda_1+p_2\lambda_2-\mu_1 S(\lambda_1,\mu_1)-\mu_2 S(\lambda_2,\mu_2)-(\mu_1+\mu_2)c\\
&+\alpha[\lambda_1-\sigma_1\{1-\frac{1}{\overline{v_1}}(T(\lambda_1,\mu_1)+p_1)\}]\\
&+\beta[\lambda_2-\sigma_2\{1-\frac{1}{\overline{v_2}}(T(\lambda_2,\mu_2)+p_2)\}]\\
&+\gamma\{p_1-p_2+T_1(\lambda_1,\mu_1)-T_2(\lambda_2,\mu_2)\}
\end{aligned} \tag{3.39}$$

と表せる．トラック企業の利潤が最大となる点では

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1}=p_1-\mu_1\frac{\partial S(\lambda_1,\mu_1)}{\partial \lambda_1}+\alpha(1+\frac{\sigma_1}{\overline{v_1}}\frac{\partial T(\lambda_1,\mu_1)}{\partial \lambda_1})+\gamma\frac{\partial T(\lambda_1,\mu_1)}{\partial \lambda_1}=0 \tag{3.40}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2}=p_2-\mu_2\frac{\partial S(\lambda_2,\mu_2)}{\partial \lambda_2}+\beta(1+\frac{\sigma_2}{\overline{v_2}}\frac{\partial T(\lambda_2,\mu_2)}{\partial \lambda_2})+\gamma\frac{\partial T(\lambda_2,\mu_2)}{\partial \lambda_2}=0 \tag{3.41}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu_1}=-S(\lambda_1,\mu_1)-\mu_1\frac{\partial S(\lambda_1,\mu_1)}{\partial \mu_1}-c+\frac{\sigma_1}{\overline{v_1}}\alpha\frac{\partial T(\lambda_1,\mu_1)}{\partial \mu_1}+\gamma\frac{\partial T(\lambda_1,\mu_1)}{\partial \mu_1}=0 \tag{3.42}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mu_2}=-S(\lambda_2,\mu_2)-\mu_2\frac{\partial S(\lambda_2,\mu_2)}{\partial \mu_2}-c+\frac{\sigma_2}{\overline{v_2}}\beta\frac{\partial T(\lambda_2,\mu_2)}{\partial \mu_2}+\gamma\frac{\partial T(\lambda_2,\mu_2)}{\partial \mu_2}=0 \tag{3.43}$$

$$\frac{\partial L}{\partial p_1}=\lambda_1+\alpha\frac{\sigma_1}{\overline{v_1}}+\gamma=0 \tag{3.44}$$

$$\frac{\partial L}{\partial p_2}=\lambda_2+\beta\frac{\sigma_2}{\overline{v_2}}-\gamma=0 \tag{3.45}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha}=\lambda_1-\sigma_1\{1-\frac{1}{\overline{v_1}}(T(\lambda_1,\mu_1)+p_1)\}=0 \tag{3.46}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \beta}=\lambda_2-\sigma_2\{1-\frac{1}{\overline{v_2}}(T(\lambda_2,\mu_2)+p_2)\}=0 \tag{3.47}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \gamma}=p_1-p_2+T_1(\lambda_1,\mu_1)-T_2(\lambda_2,\mu_2)=0 \tag{3.48}$$

の9つの式を満たすことが条件となる．内点解の場合，この9式を満たす$(\lambda_1^*, \lambda_2^*, \mu_1^*, \mu_2^*, p_1^*, p_2^*)$が均衡解となる．また，市場を利用する可能性のあるコンテナの確率効用項vの上限$\overline{v_i}$を，市場利用の際のコンテナの待ち時間と輸送賃の和が上回るとき，つまり$\overline{v_i} \leq T(\lambda_i, \mu_i) + p_i \ (i = 1, 2)$のときは，$\lambda_i = 0$となる．そのため，$\lambda_1 = \lambda$かつ$\lambda_2 = 0$，もしくは$\lambda_1 = 0$かつ$\lambda_2 = \lambda$となる端点解も均衡解となる可能性もある．

$\lambda_1 = \lambda$かつ$\lambda_2 = 0$のとき，$\mu_2 = 0$，p_2は不定となり，$\mu_1 = \mu$. このときラグランジェ関数は

$$Ł_1 = p_1\lambda - \mu S(\lambda, \mu) - \mu c + \alpha[\lambda - \sigma_1\{1 - \frac{1}{\overline{v_1}}(T(\lambda, \mu) + p_1)\}] \tag{3.49}$$

となる．そして

$$\frac{\partial L_1}{\partial \lambda} = p_1 - \mu\frac{\partial S(\lambda, \mu)}{\partial \lambda} + \alpha(1 + \frac{\sigma_1}{\overline{v_1}}\frac{\partial T(\lambda, \mu)}{\partial \lambda}) = 0 \tag{3.50}$$
$$\frac{\partial L_1}{\partial \mu} = -S(\lambda, \mu) - \mu\frac{\partial S(\lambda, \mu)}{\partial \mu} - c + \frac{\sigma_1}{\overline{v_1}}\alpha\frac{\partial T(\lambda, \mu)}{\partial \mu} = 0 \tag{3.51}$$
$$\frac{\partial L_1}{\partial p_1} = \lambda + \alpha\frac{\sigma_1}{\overline{v_1}} = 0 \tag{3.52}$$
$$\frac{\partial L_1}{\partial \alpha} = \lambda - \sigma_1\{1 - \frac{1}{\overline{v_1}}(T(\lambda, \mu) + p_1)\} = 0 \tag{3.53}$$

の4つの式を満たすことが条件となる．つまり，この4式を満たす$(\lambda_1^* = \lambda^*, \mu_1^* = \mu^*, p_1^*)$が端点解の均衡解となる．

$\lambda_1 = 0$かつ$\lambda_2 = \lambda$のとき，$\mu_1 = 0$，p_1は不定となり，$\mu_2 = \mu$. このときラグランジェ関数は

$$Ł_2 = p_2\lambda - \mu S(\lambda, \mu) - \mu c + \alpha[\lambda - \sigma_2\{1 - \frac{1}{\overline{v_2}}(T(\lambda, \mu) + p_2)\}] \tag{3.54}$$

となる．そして

$$\frac{\partial L_2}{\partial \lambda} = p_2 - \mu\frac{\partial S(\lambda, \mu)}{\partial \lambda} + \alpha(1 + \frac{\sigma_2}{\overline{v_2}}\frac{\partial T(\lambda, \mu)}{\partial \lambda}) = 0 \tag{3.55}$$
$$\frac{\partial L_2}{\partial \mu} = -S(\lambda, \mu) - \mu\frac{\partial S(\lambda, \mu)}{\partial \mu} - c + \frac{\sigma_2}{\overline{v_2}}\alpha\frac{\partial T(\lambda, \mu)}{\partial \mu} = 0 \tag{3.56}$$
$$\frac{\partial L_2}{\partial p_2} = \lambda + \alpha\frac{\sigma_2}{\overline{v_2}} = 0 \tag{3.57}$$
$$\frac{\partial L_2}{\partial \alpha} = \lambda - \sigma_2\{1 - \frac{1}{\overline{v_2}}(T(\lambda, \mu) + p_2)\} = 0 \tag{3.58}$$

の4つの式を満たすことが条件となる．つまり，この4式を満たす$(\lambda_2^* = \lambda^*, \mu_2^* = \mu^*, p_2^*)$が端点解の均衡解となる．

4　市場間比較

4.1　数値計算

国際標準統一市場と，異なる規格が混在する市場のそれぞれにおいて，企業は利潤が最大となるように，トラックのコンテナ輸送運賃と，トラックの到着率を決定する．それらは，3章で示した条件を満たすのであるが，これらを解析的に解くのは非常に困難である．そこで，以下のように$\overline{v}, \overline{v_1}, \overline{v_2}, \sigma, \sigma_1, \sigma_2, c$に数値を代入して，数値計算をする．

まず，国際標準統一市場で，基本ケースとして，$\overline{v} = 5.0, \sigma = 5.0, c = 0.50$と仮定する．$\mu \geq \lambda$に留意する．**表 - 1** には$M$を1〜3としたときのそれぞれの$p, \mu, \lambda, \pi$を記載している．表より，トラックの最大待ち行列長$M$を増加すると，均衡状態での輸送賃pとトラックの到着率μは減少し，コンテナの到着率λは増加する．そして，トラック企業の利潤は減少することが分かる．

次に，異なる規格が混在する市場で，潜在的コンテナ総数は，国際標準統一市場と同じであるので，$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$となることに留意して．$\overline{v_1} = \overline{v_2} = 5.0, \sigma_1 = \sigma_2 = 2.5, c = 0.50$と仮定する．つまり，2つのタイプのコンテナは全く同じ性質であると仮定する．この仮定の結果，$\lambda_1 = \lambda_2$となる．

$\mu_1 \geq \lambda_1, \mu_2 \geq \lambda_2$に留意する．**表 - 2** には$M$を以下のように外生的に与えた時のそれぞれの$p_1, p_2, \mu_1, \mu_2, \lambda_1, \lambda_2, \pi$を記載している．仮定より$\lambda_1 = \lambda_2$であるが，$p_1 = p_2$，$\mu_1 = \mu_2$のときに，企業の利潤が最大となっている．表より，トラックの最大待ち行列長Mを増加すると，均衡状態での輸送賃p_1, p_2とトラックの到着率μ_1, μ_2は減少し，コンテナの到着率λ_1, λ_2は増加する．そして，トラック企業の利潤は減少することが分かる．

トラック企業は利潤が最大となるように，コンテナ輸送賃と，トラック到着率を決定する．また，トラック企業は，2つの市場のどちらに参入するかを自由に選べるとすると，期待利潤の高い市場に参入することになる．国際標準に適合させるのに企業が負担する固定費用をFCとすると，基本ケースの仮定の下では，$M = 1$なら$FC \leq 1.05$（cの2.1倍），$M = 2$なら$FC \leq 1.55$（cの3.1倍），$M = 3$なら$FC \leq 2.20$（cの4.4倍）の時には，トラック企業は固定費用FCを払ってでも国際標準統一市場を選ぶ．ただし，この固定費用は一度支払えば良いものであり，技術革新によるコンテナの標準の更新スピードは遅いので，長期的にみれば，この投資は，埋没費

用と見なすことができ，2つの市場の比較では，考慮に入れる必要はない．

4.2 社会厚生の定義

ここで，2つの市場におけるトラック企業の利潤や，コンテナ所有者のトラック利用による効用，社会厚生を比較するため，それらを確認，或いは定義しておこう．

国際標準統一市場では，企業の利潤は

$$\pi_1 = p\lambda - \mu S(\lambda, \mu) - \mu c \tag{4.1}$$

であり，コンテナ所有者が1つのコンテナをトラックを使って輸送することで得られる効用は

$$U_1 = v - p - T(\lambda, \mu) \tag{4.2}$$

と表せる．この市場を利用し，トラックで輸送される全コンテナの総効用は

$$AU_1 = (v - p - T(\lambda, \mu))\lambda \tag{4.3}$$

である．コンテナ所有者の獲得する効用が，金銭タームで表現されていることに留意しよう．このとき，トラック企業の利潤と，全コンテナの総効用の合計である，社会厚生は

$$SW_1 = p\lambda - \mu S(\lambda, \mu) - \mu c + (v - p - T(\lambda, \mu))\lambda \tag{4.4}$$

である．

異なる規格が混在する市場では，企業の利潤は

$$\pi_2 = p_1\lambda_1 + p_2\lambda_2 - \mu_1 S(\lambda_1, \mu_1) - \mu_2 S(\lambda_2, \mu_2) - \mu c \tag{4.5}$$

であり，それぞれのタイプのコンテナ所有者が1つのコンテナをトラックを使って輸送することで得られる効用は

$$U_{21} = v - p_1 - T(\lambda_1, \mu_1) \tag{4.6}$$

$$U_{22} = v - p_2 - T(\lambda_2, \mu_2) \tag{4.7}$$

と表せる．この市場を利用し，トラックで輸送される全コンテナの総効用は

$$AU_2 = (v - p_1 - T(\lambda_1, \mu_1))\lambda_1 + (v - p_2 - T(\lambda_2, \mu_2))\lambda_2 \tag{4.8}$$

であり，トラック企業の利潤と，全コンテナの総効用の合計である，社会厚生は

$$SW_2 = p_1\lambda_1 + p_2\lambda_2 - \mu_1 S(\lambda_1,\mu_1) - \mu_2 S(\lambda_2,\mu_2) - \mu c$$
$$+(v - p_1 - T(\lambda_1,\mu_1))\lambda_1 + (v - p_2 - T(\lambda_2,\mu_2))\lambda_2 \qquad (4.9)$$

である．

4.3　比較

ここで，外生的に$M=1$と与えられる場合の2つの市場を比較してみる．上節では，σの値を2.5と仮定した．$\sigma = \nu\overline{H}$であり，潜在的コンテナ利用者の総数$\overline{H}$に依存する．そこで，σを変化させて，2つの市場でのトラック企業の利潤や，社会厚生が，どう変化するかを検証する．

σを変化させた時の，国際標準統一市場でのトラック企業の利潤から，異なる規格が混在する市場でのトラック企業の利潤を引いた差分$\pi_1 = \pi_2$の変化の様子を，**図－1**に表す．図にあるように，σを大きくするに従って，差分は大きくなる．つまり，潜在的にトラックを利用するコンテナの総数の増大に伴って，トラック企業が国際標準統一市場を選択するインセンティブは増加する．これは，潜在的なコンテナの数が増加すれば，より市場厚の経済性が働くため，一括で扱う市場の優位性が大きくなることによる．

さらに，σを変化させた時の，国際標準統一市場での総効用から，異なる規格が混在する市場での総効用を引いた差分$AU_1 - AU_2$の変化の様子を，**図－2**に表す．社会厚生については，σを変化させた時の，国際標準統一市場での社会厚生から，異なる規格が混在する市場での社会厚生を引いた差分$SW_1 - SW_2$の変化の様子を，**図－3**に表す．ここでvは確率効用項であり，確率分布関数$F(v)$に従って分布する．そして，一様分布を仮定しているので，このコンテナターミナルを利用するコンテナ所有者が得られる効用vは，国際標準統一市場では$v = (\overline{v} + T(\lambda,\mu) + p)/2$，異なる規格が混在する市場では$v_i = (\overline{v_i} + T(\lambda_i,\mu_i) + p_i)/2\ (i = 1,2)$となる．

どちらの図もσの増加に伴なって，差分も増加する．つまり，潜在的にトラックを利用するコンテナの総数の増大に伴って，異なるコンテナを一括に扱う市場を選択するインセンティブの増加は，トラック企業だけではなく，コンテナ所有者側にも働くことが分かる．これは，コンテナの総数の増加がもたらす市場厚の効果が，元々市場厚である，国際標準統一市場の方に，より発揮されるためである．

これらから，コンテナの利用数が多く見込まれる港湾などでの荷役場ほど，異なるコンテナを一括に扱う市場の方が，経済的効率性が高いことが示された．より多くの利用を見込める港湾では，多額の費用を投資してでも，異なる規格のコンテナを一括に扱える市場にしていくことが社会的に望ましいという，国際貨物輸送におけるコンテナの標準化の効果が，市場厚の経済性として表現できた．ただし，このモデルは，タイプの異なるコンテナとトラックのミスマッチングは起こらないことが前提となっている．ミスマッチングを考慮に入れると，国際標準統一市場では，ミスマッチングの不経済が発生するため，この市場のほうが，社会的に望ましいものであるとは，一概には言えない．

5　おわりに

コンテナとトラックがサービス取引を行う市場では，より多くのトラックとコンテナが集中することにより，サービス取引が効率化されるという市場厚の経済性が働く．本研究では，国際物流のボトルネックとなる，コンテナターミナルにおいて，従来のサービス取引の状況と，国際標準化した場合のその状況を比較するため，市場厚の経済性を考慮したモデルを定式化した．

3では，トラックとコンテナの行動を，二重待ち行列を用いてモデル化し，国際標準統一市場と，異なる規格のコンテナを別々に扱う市場での，トラック企業の行動と，コンテナ所有者の行動の均衡状態を定式化した．

4では，具体的に数値計算することで，均衡状態でのトラックのコンテナ輸送賃や，トラックの到着率，コンテナの到着率を求めた．そして，潜在的なコンテナの数の変化によって，2つの市場の状態がいかに変化するかを考察した．

その結果，コンテナの標準化の効果が，市場厚の経済性として表現でき，より多くの利用を見込めるハブ港湾では，多額の費用を投資してでも，異なる規格のコンテナを一括に扱える市場にしていくことが社会的に望ましいという結論が得られた．

今後，現実的な国際物流市場を考えていくうえでは，いくつかの課題が残されている．第1に，本研究では，タイプの異なるコンテナとトラックのミスマッチングは考慮に入れていないが，実際には，国際標準統一市場では，ミスマッチングの不経済が発生する可能性が高く，これを考慮に入れることが必要であろう．第2に本研究ではトラック企業は1社であると仮定したが，実際には，コンテナターミナル市場に参入してくるトラック企業は，複数あり，それらの間での均衡状態が発生する．第3に，コンテナのタイプは，実際には数十種類あり，大きさも大きく分けて3種類ある[3),4)]．そのため，本研究では，コンテナは容量が同じで，形が異なると仮定したが，実際には，大きいコンテナに少しだけ荷物を積んで輸送するといったことも起こる点を議論しなければならないだろう．

最後に，本研究では空間上に設置された1つのスポット市場におけるトラックとコンテナのサービス取引に関する部分均衡モデルを開発した．国の政策として，国際標準コンテナの問題に取り組むためには，国際的な市場全体を視野に入れて議論する必要がある．

参考文献

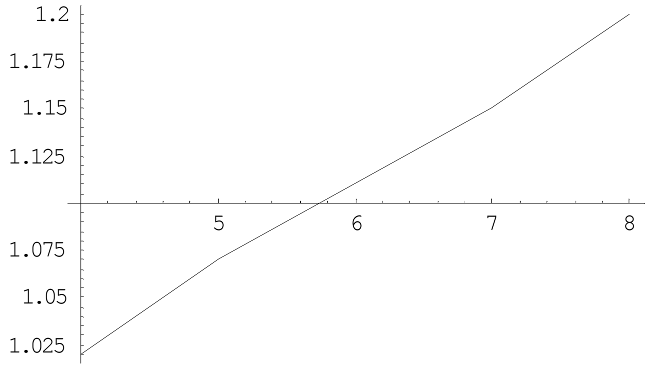
1) 経済産業省標準化経済性研究会編:国際競争とグローバル・スタンダード，日本規格協会，2006.
2) 日本規格協会:ヨーロッパから見た国際標準の常識，2003
3) 国土審議会第7回計画部会資料，2006，2.
4) 国土審議会第8回計画部会資料，2006，3.
5) 国土交通白書2006，ぎょうせい，2006.
6) 土井教之:技術標準と競争，日本経済新聞社，2001.
7) 日置弘一郎，川北眞史:日本型MOT　ー技術者教育からビジネスモデルへー，中央経済社，2004.
8) Shy，O : The Economics of Network Industries，Cambridge university press，2001.
9) シャピロ，C，ヴァリアン，H : ネットワーク経済の法則，IDGジャパン，1999.
10) 松島格也，小林潔司，坂口潤一: タクシースポット市場の差別化と社会厚生，土木学会論文集， No. 723/-58，41-53，2003. 1.
11) 松島格也，小林潔司: タクシー・サービスのスポット市場均衡に関する研究，土木計画学研究・論文集， No. 16， pp. 591-600， 1999.
12) 松島格也，小林潔司，坂口潤一: 混雑費用を考慮したタクシースポット市場の内生的形成， 第35回都市計画学会論文集， pp. 547-552， 2000.
13) 松島格也，小林潔司，坂口潤一: タクシー・スポット市場の空間的均衡と社会的便益， 土木計画学研究・論文集， No. 18， pp. 681-689， 2001.

表－１：国際標準統一市場での
トラック企業の利潤最大化の最適解

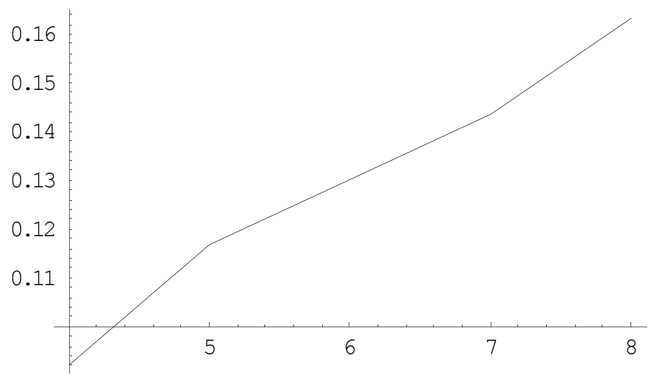
	p	μ	λ	π
M=1	2.59	3.65	2.05	3.05
M=2	2.58	3.35	2.10	2.76
M=3	2.55	3.13	2.13	2.33

表－２：異なる規格が混在する市場での
トラック企業の利潤最大化の最適解

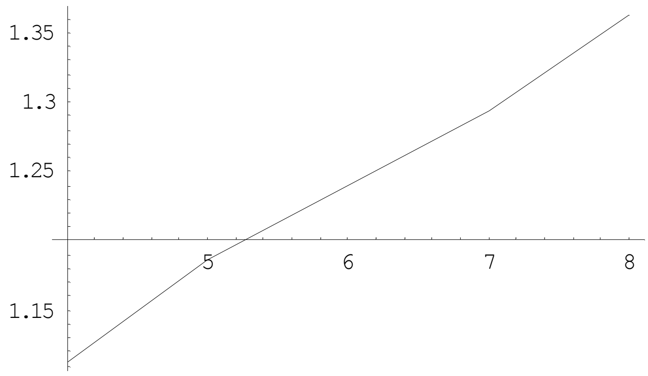
	p1=p2	$\mu 1=\mu 2$	$\lambda 1=\lambda 2$	π
M=1	2.50	2.00	1.00	2.00
M=2	2.46	1.77	1.04	1.21
M=3	2.37	1.62	1.06	0.130



図－１　　σとトラック企業の利潤の市場間差分の関係
横軸：σ，縦軸：π1－π2



図－２　　σと市場間の総効用の差分の関係
横軸：σ，縦軸：AU1－AU2



図－３　　σと市場間の社会厚生の差分の関係
横軸：σ，縦軸：SW1－SW2

謝　辞

本論文を結ぶにあたり，本研究の遂行に際してお世話になった方々に，感謝の意を表します．京都大学大学院工学研究科の小林潔司教授には，終始適切な御指導と御助言，激励の言葉をいただきましたこと，心から感謝申し上げます．京都大学大学院工学研究科の松島格也助教授には，本研究の遂行に関わる基礎的な問題から，本論文の完成に至るまで，詳細にわたり暖かく御指導いただきましたこと，深く感謝の意を表します．京都大学大学院工学研究科の大西正光助手には，本研究の基礎的理解に関する助言をいただき，感謝申し上げます．そして，計画マネジメント論研究室の諸兄には，本研究を取りまとめる上で，多大な御協力をいただきましたことを，深く感謝致します．