

多国多地域型空間的応用一般均衡モデルによる コンテナ港湾整備政策の国別地域別効果分析

多地域システムにおける計量的な便益評価の代表的手法である空間的応用一般均衡 (SCGE) モデルは、標準的な定式化においては、基準均衡データとして国際産業連関表または地域間産業連関表を用いるが、それがモデルにおける地域分割の制約となっていた。こうした状況に対し、近年、異なる空間スケールを整合的に扱った国際地域間産業連関表の整備が進んでいる。本研究は、国際地域間産業連関表のフォーマットを前提として、国内・国際輸送のシステム改善の評価を統合的に分析可能なSCGE モデルの標準形を構築するとともに、コンテナ港湾整備政策がもたらす国別地域別の効果について分析を行った。

キーワード | 国際地域間産業連関表, 空間的応用一般均衡モデル, コンテナ港湾整備

石倉智樹

ISHIKURA, Tomoki

博(情報科学) 首都大学東京都市環境学部准教授

1—はじめに

コンテナ港湾に代表される国際輸送インフラストラクチャ整備への投資は、直接的には、コスト低減や効率性改善により当該施設を利用する際の国際輸送コストの(実質的な)低下をもたらすことが期待される。例えば、国土交通省が取り組む国際コンテナ戦略港湾政策¹⁾では、阪神港と京浜港を国際コンテナ戦略港湾として選定し、これらの港湾への集中的な投資が行われている。このような集中投資は、海上物流の経路や施設での貨物取扱量を変化させ、海外トランシップの回避による時間的・金銭的コスト削減、規模の経済性による単位輸送コスト低減に寄与するであろう。輸送コスト体系の変化は、財や生産要素の価格体系の変化、市場の(均衡)状態の変化を通じ、社会的厚生に影響を及ぼすが、その評価のためには、ミクロ経済理論を基礎とする方法論が必要とされる。

また、国際港湾政策による地理的な影響範囲に関しては、政策実施国だけではなく、貿易の相手国に対しても影響を及ぼすことが無視できない。このため、複数国の経済システムを念頭におき、地理空間的な波及を明示的に考慮することで、より濃密な政策効果の議論が可能となる。さらに、政策の効果は国全体に対して一律の水準で及ぶものではなく、地理的な関係や、地域の産業構造の違いによって、同一国であっても地域ごとに異なるものである。特に、国土が広大な場合や、国内における社会的経済的地域差が顕著な場合には、政策効果の地域差も大きくなると考えられる。

運輸交通政策による多地域経済・多国経済システムへの影響を、ミクロ経済理論と統合的な枠組みで評価するための手法としては、空間的応用一般均衡 (SCGE) モデル

が代表的なものとして挙げられる。しかし、標準的なSCGEモデルの適用対象は、その基礎データとなる産業連関表の整備状況に強く依存しており、データの利用可能性が分析可能性の制約条件となっている。すなわち、産業連関表の地域分割の自由度が高まることは、SCGEモデルの適用対象となる空間スケールの範囲も広げることとなる。

前述のような、国際輸送政策評価を多国経済システムのみならず各国内の多地域経済システムも同時に扱った分析は、それに堪えうる産業連関表データが未整備だったために、これまでは詳細に行われてこなかった。しかし近年、国際産業連関表と国内地域間産業連関表を統合した新たな“国際地域間”産業連関表の整備が進み、データ面での制約が緩和されつつある。こうした産業連関表データを利用してSCGEモデルを構築するためには、データから得られる情報と整合的かつ、一般均衡理論とも整合的な方法で、モデルの定式化とキャリブレーションがなされなければならない。そこで本研究は、国際地域間産業連関表のフォーマットを前提として、国内・国際輸送のシステム改善の評価を統合的に分析可能なSCGEモデルを構築する。さらに、本モデルを適用し、我が国のコンテナ港湾整備政策がもたらす国別地域別の効果について分析を行う。

2—既存研究と本研究の位置づけ

Shoven and Whalley²⁾の先駆的業績によって、国際貿易の計量的な分析に対する応用一般均衡SCGEモデルの適用方法が示されて以降、SCGEモデルの貿易政策への応用が世界的に広まった。特に、SCGEモデルの基準均衡データとなる産業連関表とモデルの均衡解の演算システムをパッケージ化したGTAP³⁾は、分析者にとって最も煩雑な

モデル構築プロセスを省力化させ、実務的適用を容易にすることに貢献し、Francois and Reinert⁴⁾やDoi eds.⁵⁾の例のように多くの貿易政策分析に適用されている。

SCGEモデルは、国際産業連関表あるいは地域間産業連関表を基礎データとして用いて構築されることが一般的である。このため、前章で述べたように産業連関表の整備状況がモデルの適用対象を制約しうる。特にSCGEモデルでは、多地域（多国間）を対象とする産業連関表が必要となるため、モデルが扱う地域空間スケールは産業連関表の地域分割単位に制約される。これに対し、一地域あるいは多地域産業連関表の地域分割を、原表より細分化された地域分割単位に応用するため、宮城・本部⁶⁾、Bröcker⁷⁾は、Iceberg型交通費用として表現した地域間交通抵抗の変化と地域間交易係数との関係を整合的にモデル化する方法を開発した。これらのアプローチ^{6), 7)}は、モデルの地域分割単位を細分化するということに加え、一般均衡モデルの枠組みにおいて交通の技術を明示的に扱うという点で、交通投資プロジェクト評価にSCGEモデルが有用であることを示した。

その他にも、多地域産業連関表の利用可能性に依存しない体系として、Dixit-Stiglitz型⁸⁾独占的競争モデルに基づき生産地シェアを内生的に導出する枠組み⁹⁾⁻¹⁴⁾や、輸送費によって財需要の生産地シェアが決定される枠組み^{15), 16)}に基づく手法も開発されている。上記の手法は、多地域産業連関表が利用できない地域においても、輸送費の変化がもたらす地域間交易の変化、それを通じた各地域の厚生変化を評価可能としたものである。しかし、そうした発展を可能としたのは、地域による中間投入の投入産出構造の異質性を捨象し、基本的には付加価値ベースの生産技術における地域間異質性のみを扱っているためである。

本研究が対象とする国際貿易においては、対象となる経済システムは当然のことながら多国経済であり、国間の生産技術の異質性は付加価値生産技術ばかりでなく、中間投入技術においても大きく表れる。さらに、中国のように国内経済においても地域間の経済的異質性が大きな国を分析対象に含む場合には、中間投入を含む投入産出構造を無視すると、貿易構造の理解を見誤る可能性がある。したがって、可能な限り、産業連関表の持つ情報を保持した分析を行うことが望ましい。

こうしたSCGEのモデリング技法発展の一方で、基準均衡データ自身である産業連関表の整備においても作成技術が進歩し、従来の一國一地域を前提とする国際産業連関表と、一國を対象とする多地域産業連関表を接合した、国際地域間産業連関表が誕生しつつある^{17), 18)}。特に、港湾や空港など国際輸送インフラ整備の効果は、一國のどの地域における整備であるかによって変わりうるものであ

り、また全国的な政策であってもどの地域へどのような効果が及ぶのかも変わりうる。事実、国際地域間産業連関表のデータからも、同じ国内であっても、地域が異なれば産業連関構造や他国との交易パターンが異なることが示されている¹⁷⁾。

国際間と各国地域間の産業連関構造を同時に扱ったSCGE分析の試みとして、水谷ら¹⁹⁾では、国際間産業連関表と地域間産業連関表を利用して国際地域間SCGE分析を行っているが、各々の産業連関表が整合しておらずアドホックな基準均衡データとなっていること、地域分割されているのが特定の一国（日本）のみであることという課題がある。米本ら²⁰⁾は、国際地域間産業連関表¹⁸⁾を基準均衡データとして用いているので産業連関表としての整合性は保証されているが、SCGEモデルの枠組みとして輸送マージンを明示的に扱えないGTAPモデルを採用しており、輸送費用低下を輸送生産性の変化によって表現している。このため、輸送費用や輸送時間の低下率などを生産性変化へと変換する際に、恣意的な扱いがなされうるという課題がある。これらに対し本研究は、多階層の空間経済における基準均衡データとして国際地域間産業連関表を用いることを前提とした、国内および国際輸送システム改善による輸送マージン低下の経済効果評価へ適用可能なSCGEモデルの標準形を構築する。

3——国際地域間産業連関表の輸送マージン

国際産業連関表および国際地域間産業連関表では、一般的に、内生部門において、各国（各地域）の運輸産業が産業部門として扱われることが多い¹⁸⁾。また、国際輸送・保険および関税・輸入税という国際輸送に係る項目が、各国各産業部門別、各国各最終需要項目別に、内生部門の行の下に記載される。本研究の第一の狙いは、SCGEモデルへの適用が容易となるように、これらの、独立した行の情報として与えられる輸送マージンを、各国各地域各産業の中間投入需要や最終需要と関連付け、いかなる地域間産業間の取引にどれだけの輸送マージンが内包されているかを明示的に表現できるデータを作成することである。以下、国際地域間産業連関表¹⁸⁾の加工を前提として輸送マージンの取扱方法を説明する。

対象とする産業連関表の国・地域分類について、財の生産国の集合を R （産業部門の場合は S と表記、 R と同一集合）、その要素を r （産業部門の場合は s ）により表し、 r 国内に属する生産地域の集合を M_r （産業部門の場合は N_s 、 M_r と同一集合）、その要素を m （産業部門の場合は n ）とする。同様に、財部門の集合を I （産業部門の場合は J 、 I と同一集合）、その要素を i （産業部門の場合は j ）とする。

まず、運輸産業部門については、その運輸サービスが供給されている地域を生産地とする財の需要に対して要する輸送マージンと見なす。これを、同生産地域からの財別需要額に応じて按分し、それぞれの財部門の需要に内包される地域内輸送マージンとして扱う。したがって、全ての r, m, i, s, n, j について、

$$ti_{rmi,snj} = \frac{x_{rmi,snj}}{\sum_{i \in I} x_{rmi,snj}} ti_{rmi,snj} \quad (1)$$

$$tf_{rmi,sn} = \frac{f_{rmi,sn}}{\sum_{i \in I} f_{rmi,sn}} tf_{rmi,sn} \quad (2)$$

となる。 $ti_{rmi,snj}$ は r 国内 m 地域産 i 財の s 国内 n 地域 j 産業の中間投入需要にかかる地域内輸送マージン額、 $tf_{rmi,sn}$ は r 国内 m 地域産 i 財の s 国内 n 地域における最終需要にかかる地域内輸送マージン額である。 $ti_{rmi,snj}$ は s 国内 n 地域 j 産業による r 国内 m 地域で供給される運輸部門の中間投入需要額、 $tf_{rmi,sn}$ は s 国内 n 地域の家計により需要される r 国内 m 地域産運輸部門サービスの最終需要額であり、元の産業連関表から得られる値である。 $x_{rmi,snj}$ と $f_{rmi,sn}$ はそれぞれ、対応する中間投入額と最終需要額（最終需要項目は区別していない）である。このように、供給元の国・地域が明示化されている運輸部門のサービスは、国際輸送サービスとは差別化し、供給地あるいは需要地における地域内輸送にかかる輸送として考える。このため、運輸産業の活動は、主体的な生産者行動を行う産業部門としては取り扱わない（すなわち、式(1)、(2)における産業部門の集合 J には含まれない）こととした。

関税と国際貨物輸送は、中間投入や付加価値と区別された行に示されるので、これを国際輸送にかかるマージンと考えて、国際地域間輸送マージンへと変換する。これらは、国内取引には生じず、国際貿易の場合にのみかかるものである。なお、国際貨物輸送に関して、いかなる輸送手段が用いられたか、コンテナかバルクか、といった物流形態に関する情報は、産業連関表から抽出することはできない。ここでの国際地域間輸送マージンは、全ての国際輸送手段に係る輸送コストの合計と、総取引額の関係を表す、集計的指標であることに注意が必要である。

$$ti_{rmi,snj}^F = \begin{cases} 0 & (r = s) \\ \frac{x_{rmi,snj}}{\sum_{r \neq s} \sum_{m \in M_r} \sum_{i \in I} x_{rmi,snj}} ti_{rmi,snj}^F & (r \neq s) \end{cases} \quad (3)$$

$$tf_{rmi,sn}^F = \begin{cases} 0 & (r = s) \\ \frac{f_{rmi,sn}}{\sum_{r \neq s} \sum_{m \in M_r} \sum_{i \in I} f_{rmi,sn}} tf_{rmi,sn}^F & (r \neq s) \end{cases} \quad (4)$$

$$ti_{rmi,snj}^{tax} = \begin{cases} 0 & (r = s) \\ \frac{x_{rmi,snj}}{\sum_{r \neq s} \sum_{m \in M_r} \sum_{i \in I} x_{rmi,snj}} ti_{rmi,snj}^{tax} & (r \neq s) \end{cases} \quad (5)$$

$$tf_{rmi,sn}^{tax} = \begin{cases} 0 & (r = s) \\ \frac{f_{rmi,sn}}{\sum_{r \neq s} \sum_{m \in M_r} \sum_{i \in I} f_{rmi,sn}} tf_{rmi,sn}^{tax} & (r \neq s) \end{cases} \quad (6)$$

$ti_{rmi,snj}^F$ と $ti_{rmi,snj}^{tax}$ はそれぞれ r 国内 m 地域産 i 財の s 国内 n 地域 j 産業の中間投入需要にかかる国際輸送マージン額および輸入税、 $tf_{rmi,sn}^F$ と $tf_{rmi,sn}^{tax}$ はそれぞれ r 国内 m 地域産 i 財の s 国内 n 地域の最終需要にかかる国際輸送マージン額および輸入税である。地域内輸送マージンと同様に、 $x_{rmi,snj}$ と $f_{rmi,sn}$ はそれぞれ、対応する中間投入額と最終需要額である。 $ti_{rmi,snj}^F$ と $ti_{rmi,snj}^{tax}$ は、それぞれ s 国内 n 地域 j 産業の中間投入需要にかかる国際輸送マージン額および輸入税であり、 $tf_{rmi,sn}^F$ と $tf_{rmi,sn}^{tax}$ はそれぞれ s 国内 n 地域の最終需要にかかる国際輸送マージン額および輸入税であるが、これらはいずれも元の産業連関表から得られる情報である。上記の定義式からも明らかなように、国際輸送マージン額は国地域間の距離や輸送時間には依存せず、取引額に応じて総国際輸送額を按分することで推定されている。地理的条件や輸送システムの状況を反映することは、今後の課題である。

このようにして分解された各種マージン額が、元のマージンを含まない中間需要および最終需要の一定比率であると仮定する。さらに、国際輸送マージンおよび輸入税は、国内輸送マージンとは独立にかかると仮定して考える。そうすることで、各種マージン率を算出することができる。

$$\tau_{ti_rmi,snj} = ti_{rmi,snj} / x_{rmi,snj} \quad (7)$$

$$\tau_{tf_rmi,sn} = tf_{rmi,sn} / f_{rmi,sn} \quad (8)$$

$$\tau_{ti^F_rmi,snj} = ti_{rmi,snj}^F / x_{rmi,snj} \quad (9)$$

$$\tau_{tf^F_rmi,sn} = tf_{rmi,sn}^F / f_{rmi,sn} \quad (10)$$

$$\tau_{ti^{tax}_rmi,snj} = ti_{rmi,snj}^{tax} / x_{rmi,snj} \quad (11)$$

$$\tau_{tf^{tax}_rmi,sn} = tf_{rmi,sn}^{tax} / f_{rmi,sn} \quad (12)$$

ここで、 $\tau_{ti_rmi,snj}$ 、 $\tau_{tf_rmi,sn}$ はそれぞれ、中間投入と最終需要に対応する国内輸送マージン率、 $\tau_{ti^F_rmi,snj}$ 、 $\tau_{tf^F_rmi,sn}$ 、 $\tau_{ti^{tax}_rmi,snj}$ 、 $\tau_{tf^{tax}_rmi,sn}$ は、順に、中間投入と最終需要に対応する国際輸送マージン率、中間投入と最終需要に対応する輸入税率である。また、国内輸送マージンと国際輸送および輸入税のマージン率が独立であるので、輸送にかかるマージンを含まない取引額（中間需要： $x_{rmi,snj}$ 、最終需要： $f_{rmi,sn}$ ）と輸送マージンを含む取引額（中間需要： $x_{rmi,snj}^t$ 、最終需要： $f_{rmi,sn}^t$ ）の関係は、以下のように表される。

$$x_{rmi,snj}^t = \left(1 + \tau_{ti^F_rmi,snj} + \tau_{ti^{tax}_rmi,snj}\right) \cdot \left(1 + \tau_{ti_rmi,snj}\right) x_{rmi,snj} \quad (13)$$

$$f_{rmi,sn}^t = \left(1 + \tau_{tf^F_rmi,sn} + \tau_{tf^{tax}_rmi,sn}\right) \cdot \left(1 + \tau_{tf_rmi,sn}\right) f_{rmi,sn} \quad (14)$$

さらに、ROW (Rest of the World) との貿易について、元のデータではROWへの輸出は最終需要項目の最終列に、ROWからの輸入は国際貨物輸送や輸入税と同様に付加価値の上の行に記載されている。本研究ではROWとの貿易関係を明示的な分析対象としないため、これを簡便化して扱うため、ROW産の財については競争輸入型となるように集計し、最終需要項目において純輸出額として扱う。以上の処理で生じた、需給バランスの誤差は、列方向の統計誤差に含めることとする。

このように、本研究では、中間投入および最終需要における実需要と、それらに内包される輸送マージンを分割して扱うことが可能となるよう産業連関表を加工した。本研究の輸送マージンの想定方法はad hocなものであり、また、データ加工の段階で産業連関表が本来保持していた経済構造の情報を喪失している部分もあり、課題を残す方法である。しかし、こうした処理はSCGEモデルの基準均衡データとしての取り扱いを容易にすることを目的とし、かつ国際地域間産業連関表以外の情報が利用困難なことを前提としたものである。より適切な輸送マージンの設定方法については今後の研究課題としたい。

4——モデル

4.1 モデルの概要と前提条件

本章では、前章に示したような国際地域間産業連関表が基準均衡データとして与えられたことを前提としたSCGEモデルを構築する。本モデルは、宮城・本部⁶⁾、Bröcker⁷⁾と同様に、地域間の輸送マージンをIceberg型費用として扱った多地域多産業システムの標準的なSCGEモデルである。ただし、国際間の輸送マージンと国内輸送のマージンの両方が考慮されている。具体的には、下記のような前提条件を設けている。

- ・モデルの対象とする国の一部あるいは全部の国は、複数の地域に分割されている。明示的にモデルの対象とならない国はROW (Rest Of the World) として扱う。
- ・財・サービスの取引には輸送マージンを要する。同地域内の需要であっても例外ではなく、国内輸送マージンが必要とされる。輸送マージンは、Iceberg型費用として扱い、需要される財の生産費用の一定割合が輸送に要する費用となる。

・国内所得移転と国際所得移転の実質値は、基準均衡の状態では固定されていることとする。これらの貨幣価値がニューメレールとなる。

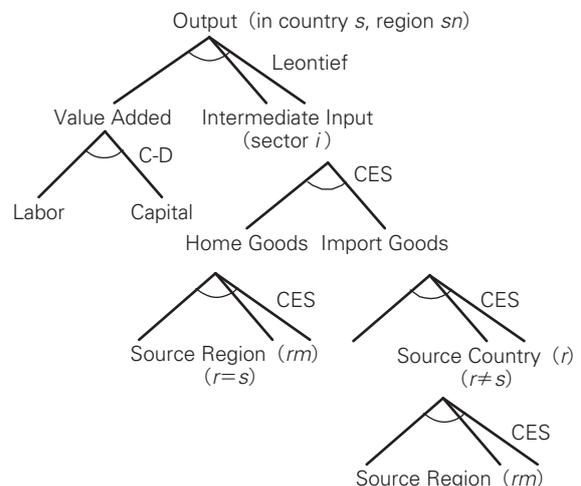
以下では、モデルの詳細について述べる。

4.2 生産者行動

s国のn地域に立地する部門jの産業は、生産要素である労働と資本および中間財を投入して生産を行う。付加価値と財別の合成中間投入に関してはLeontief型技術を仮定する。生産要素は地域間移動不可能と想定し、それらの代替関係としてCobb-Douglas型技術を仮定する。それぞれの財部門別中間投入に関して、国内財と輸入財の代替、生産国間と各々の生産国内の生産地域間の代替について、Nested CES型技術を仮定する。以上をまとめると、生産技術の階層構造は、図一1に示すようなツリー構造として表される。

生産技術階層の最下層は、それぞれの生産国別に、当該国内の各地域産財の投入により構成されるプール財（合成財とも呼べる）の生産を意味している。同一国で生産される財であっても、その国内での生産地域別に不完全代替の関係があることを、CES型技術によってプール財が合成されるというモデル化によって表現している。なお、プール財の生産国が自国の場合は、自国産プール財 (Home Goods)、海外産のプール財は輸入財 (Import Goods) として区別するが、同一国内の生産地域間代替に関する弾力性は共通であることとする。プール財生産の費用関数 $C_{ri,snj}(x_{ri,snj})$ は、生産技術にCES関数を仮定しているため、次のように定義される。

$$C_{ri,snj} = \frac{1}{\phi_{ri,snj}} x_{ri,snj} \cdot \left[\sum_{m \in M_r} (\beta_{rmi,snj})^{\sigma_{XMi}} (T_{rmi,snj} p_{rmi})^{1-\sigma_{XMi}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{XMi}}} \quad (15)$$



■図一1 生産関数の階層構造

ここで、 $x_{ri,snj}$: s 国 n 地域の産業 j の生産に投入される r 国産部門 i のプール財、 $x_{rmi,snj}$: s 国 n 地域の産業 j への r 国 m 地域産中間財 i の投入、 p_{rmi} : r 国 m 地域産 i 部門財の生産地価格、 $\phi_{ri,snj}$:スケールパラメータ、 $\beta_{rmi,snj}$:シェアパラメータ、 σ_{XMi} :代替弾力性である。また、 $T_{rmi,snj}$ は輸送マージンを表し、以下のように定義される。

$$T_{rmi,snj} = \left(1 + \tau_{i^F_rmi,snj} + \tau_{i^{tax}_rmi,snj}\right) \cdot \left(1 + \tau_{ii_rmi,snj}\right) \quad (16)$$

この費用関数にシェパードの補題を適用すると、投入需要が得られる。しかし、発送される財の量は、需要地での実質需要に加えて、輸送で消失する量も含むため、輸送分も含めた需要地での需要は、

$$\begin{aligned} x_{rmi,snj} &= \frac{\partial C_{ri,snj}}{\partial q_{rmi,snj}} T_{rmi,snj} \\ &= \phi_{ri,snj}^{\sigma_{XMi}-1} T_{rmi,snj} \left[\frac{\beta_{rmi,snj}}{T_{rmi,snj} p_{rmi}} \right]^{\sigma_{XMi}} \\ &\quad \cdot PI_{ri,snj}^{\sigma_{XMi}} x_{ri,snj} \end{aligned} \quad (17)$$

となる。なお、 $q_{rmi,snj}$ は、輸送マージン込みの需要地価格であることを意味する。 $PI_{ri,snj}$ は生産国別プール財の価格指数を表し、

$$PI_{ri,snj} = \frac{1}{\phi_{ri,snj}} \left[\sum_{m \in M_r} (\beta_{rmi,snj})^{\sigma_{XMi}} (T_{rmi,snj} p_{rmi})^{1-\sigma_{XMi}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{XMi}}} \quad (18)$$

である。

同様に、生産国別プール財の投入を合成した、財部門別海外産プール財 $x_{i,snj}$ の費用関数 $C_{Mi,snj}(x_{i,snj})$ は、

$$C_{Mi,snj} = \frac{x_{Mi,snj}}{\phi_{Mi,snj}} \left[\sum_{r \neq s} (\beta_{ri,snj})^{\sigma_{Xri}} (PI_{ri,snj})^{1-\sigma_{Xri}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{Xri}}} \quad (19)$$

であるので、シェパードの補題を適用すると、

$$\begin{aligned} x_{ri,snj(r \neq s)} &= \frac{\partial C_{Mi,snj}}{\partial PI_{ri,snj}} \\ &= \phi_{Mi,snj}^{\sigma_{Xri}-1} \left[\frac{\beta_{ri,snj}}{PI_{ri,snj}} \right]^{\sigma_{Xri}} PMI_{i,snj}^{\sigma_{Xri}} x_{Mi,snj} \end{aligned} \quad (20)$$

のように、生産国別プール財の投入需要関数が得られる。先の定義と同様に $PMI_{i,snj}$ は海外産プール財の価格指数を表す。

$$PMI_{i,snj} = \frac{1}{\phi_{Mi,snj}} \left[\sum_{r \neq s} (\beta_{ri,snj})^{\sigma_{Xri}} (PI_{ri,snj})^{1-\sigma_{Xri}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{Xri}}} \quad (21)$$

ここで、 $x_{Mi,snj}$: s 国 n 地域の産業 j の生産に投入される財部門 i の海外産プール財、 $\phi_{Mi,snj}$:スケールパラメータ、 $\beta_{ri,snj}$:シェアパラメータ、 σ_{Xri} :代替弾力性である。

自国産プール財と海外産プール財の投入についてもCES型技術が仮定されているので、これらを合成した部門 i のプール財の費用関数は、

$$\begin{aligned} C_{i,snj} &= \frac{x_{i,snj}}{\phi_{i,snj}} \left[(\beta_{Mi,snj})^{\sigma_{XFi}} (PMI_{ri,snj})^{1-\sigma_{XFi}} \right. \\ &\quad \left. + (1-\beta_{Mi,snj})^{\sigma_{XFi}} (PI_{si,snj})^{1-\sigma_{XFi}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{XFi}}} \end{aligned} \quad (22)$$

と表される。シェパードの補題より、海外産プール財と自国産プール財の投入需要関数が得られる。

$$\begin{aligned} x_{Mi,snj(r \neq s)} &= \frac{\partial C_{i,snj}}{\partial PMI_{i,snj}} \\ &= \phi_{i,snj}^{\sigma_{XFi}-1} \left[\frac{\beta_{Mi,snj}}{PMI_{i,snj}} \right]^{\sigma_{XFi}} PMI_{i,snj}^{\sigma_{XFi}} x_{i,snj} \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} x_{Di,snj} &= \frac{\partial C_{i,snj}}{\partial PI_{si,snj}} \\ &= \phi_{i,snj}^{\sigma_{XFi}-1} \left[\frac{1-\beta_{Mi,snj}}{PI_{si,snj}} \right]^{\sigma_{XFi}} PMI_{i,snj}^{\sigma_{XFi}} x_{i,snj} \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} PI_{i,snj} &= \frac{1}{\phi_{i,snj}} \left[\beta_{Mi,snj}^{\sigma_{XFi}} (PMI_{i,snj})^{1-\sigma_{XFi}} \right. \\ &\quad \left. + (1-\beta_{Mi,snj})^{\sigma_{XFi}} (PI_{si,snj})^{1-\sigma_{XFi}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{XFi}}} \end{aligned} \quad (25)$$

ここで、 $PI_{i,snj}$ は財部門 i のプール財の価格指数、 $x_{i,snj}$: s 国 n 地域の産業 j の生産に投入される財部門 i のプール財、 $\phi_{i,snj}$:スケールパラメータ、 $\beta_{Mi,snj}$:海外産プール財のシェアパラメータ、 σ_{XFi} :代替弾力性である。

付加価値の構成要素は労働と資本の投入であり、その技術にはコブダグラス型技術を仮定しているので、付加価値投入の費用関数は、

$$C_{Ynj} = \frac{Y_{snj}}{\eta_{snj}} \left(\frac{w_{snj}}{\alpha_{snj}} \right)^{\alpha_{snj}} \left(\frac{r_{snj}}{1-\alpha_{snj}} \right)^{1-\alpha_{snj}} \quad (26)$$

となる。これにシェパードの補題を適用すると、労働と資本の投入需要関数が導出され、生産される付加価値の量で除すことにより、付加価値生産一単位当たりの要素需要関数が労働と資本それぞれについて、以下の cl_{snj} 、 ck_{snj} が得られる。

$$cl_{snj} = \frac{1}{\eta_{snj}} \frac{\alpha_{snj}}{w_{snj}} \left(\frac{w_{snj}}{\alpha_{snj}} \right)^{\alpha_{snj}} \left(\frac{r_{snj}}{1-\alpha_{snj}} \right)^{1-\alpha_{snj}} \quad (27)$$

$$ck_{snj} = \frac{1}{\eta_{snj}} \frac{1-\alpha_{snj}}{r_{snj}} \left(\frac{w_{snj}}{\alpha_{snj}} \right)^{\alpha_{snj}} \left(\frac{r_{snj}}{1-\alpha_{snj}} \right)^{1-\alpha_{snj}} \quad (28)$$

なお、 w_{sn} : s 国 n 地域の労働価格、 r_{sn} : s 国 n 地域の資本価格、 η_{snj} :付加価値生産のスケールパラメータ、 α_{snj} :シェアパラメータである。

以上より、完全競争市場における、 s 国 n 地域の産業 j が s 生産する財の価格 p_{snj} について、以下の方程式が得られる。

$$p_{snj} = a_{Ysnj} (cl_{snj} + ck_{snj}) + \sum_{i \in I} (a_{i,snj} PI_{i,snj}) \quad (29)$$

また、規模に関して収穫一定であるので

$$\sum_{i \in I} a_{snij} + a_{Ysnj} = 1 \quad (30)$$

$$\sum_{r \in R} \beta_{rsnij} = 1 \quad (31)$$

$$\sum_{m \in M_r} \beta_{rmsnij} = 1 \quad (32)$$

が満たされる。

4.3 家計行動

家計の効用関数として、図一2に示す4階層のnested CES関数を仮定する。階層構造は、生産技術と同様に、財の部門間の代替、自国産財と海外産財の代替、生産国間の代替、国内地域間の代替が階層化されたものである。したがって、s国n地域の家計の効用関数 U_{sn} は、以下のように定式化される。

$$U_{sn} = \left[\sum_{i \in I} \gamma_{i,sn} f_{i,sn}^{\frac{\sigma_{FI}-1}{\sigma_{FI}}} \right]^{\frac{\sigma_{FI}-1}{\sigma_{FI}}} \quad (33)$$

$$f_{i,sn} = \psi_{i,sn} \left[\gamma_{Mi,sn} f_{Mi,sn}^{\frac{\sigma_{FFi}-1}{\sigma_{FFi}}} + (1 - \gamma_{Mi,sn}) f_{si,sn}^{\frac{\sigma_{FFi}-1}{\sigma_{FFi}}} \right]^{\frac{\sigma_{FFi}-1}{\sigma_{FFi}}} \quad (34)$$

$$f_{Mi,sn} = \psi_{Mi,sn} \left[\sum_{r \neq s} \gamma_{ri,sn} f_{ri,sn}^{\frac{\sigma_{FRi}-1}{\sigma_{FRi}}} \right]^{\frac{\sigma_{FRi}-1}{\sigma_{FRi}}} \quad (35)$$

$$f_{ri,sn} = \psi_{ri,sn} \left[\sum_{m \in M_r} \gamma_{rmi,sn} f_{rmi,sn}^{\frac{\sigma_{FMi}-1}{\sigma_{FMi}}} \right]^{\frac{\sigma_{FMi}-1}{\sigma_{FMi}}} \quad (36)$$

$$\sum_{i \in I} \gamma_{i,sn} = 1 \quad (37)$$

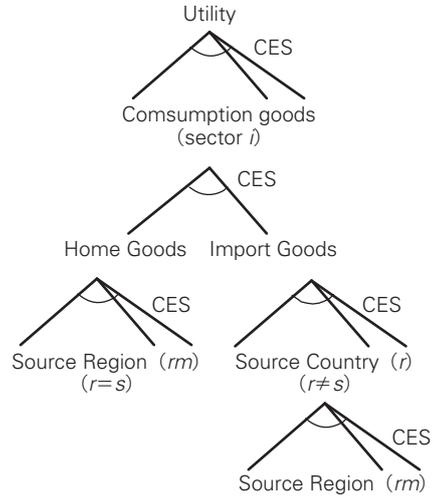
$$\sum_{r \in R} \gamma_{ri,sn} = 1 \quad (38)$$

$$\sum_{m \in M_r} \gamma_{rmi,sn} = 1 \quad (39)$$

ここで、 $f_{i,sn}$:s国n地域での部門iのプール財消費、 $f_{Mi,sn}$:s国n地域での部門iの海外産プール財消費、 $f_{ri,sn}$:s国n地域でのr国産部門iのプール財消費、 $f_{rmi,sn}$:s国n地域でのr国m地域産部門i財の消費、 $\psi_{i,sn}$, $\psi_{Mi,sn}$, $\psi_{ri,sn}$:消費財合成のスケールパラメータ、 $\gamma_{i,sn}$, $\gamma_{Mi,sn}$, $\gamma_{ri,sn}$, $\gamma_{rmi,sn}$:シェアパラメータ、 σ_{FI} , σ_{FFi} , σ_{FRi} , σ_{FMi} :代替弾力性である。

家計の所得制約は、以下の式で定義される。

$$DI_{sn} = w_{sn} L_{sn} + r_{sn} K_{sn} + NY_{sn} + VROW_{sn} \quad (40)$$



■図一2 効用関数の階層構造

ここで、 DI_{sn} :s国n地域の家計消費に充当可能な可処分所得、 L_{sn} :s国n地域における労働力保有量、 K_{sn} :s国n地域における資本ストック保有量である。また、 NY_{sn} はROWを除く地域外からの所得移転受取であり、本分析では域際収支バランスを保持するために、これを基準均衡状態の値で固定し、前提条件で述べたようにニューメレールの役割を果たす。 NY_{sn} は域内地域間のみの地域収支であるため、

$$\sum_{s \in S} \sum_{n \in N_s} NY_{sn} = 0 \quad (41)$$

の関係が成り立つ。 $VROW_{sn}$ は、ROWからの所得移転受取額であり、r国m地域産i部門のROWへの純輸出額 $VROW_{rmi}$ の和に負符号を付けた値と等しくなる。

$$VROW_{rm} = -\sum_i VROW_{rmi} \quad (42)$$

$VROW_{rmi}$ も NY_{sn} と同じ価格単位において、基準均衡状態の値で固定されていることとして扱う。したがって、 $VROW_{sn}$ も固定値となる。

家計の効用最大化問題は、段階的に解かれる。まず、最下層の生産国別生産地域間消費財合成において、単位合成財消費あたり費用最小化問題より、そのシャドウプライスとしてr国産プール財価格指数 $PI_{Fri,sn}$ が得られる。

$$PI_{Fri,sn} = \frac{1}{\psi_{ri,sn}} \quad (43)$$

$$\left[\sum_{m \in M_r} (\gamma_{rmi,sn})^{\sigma_{FM}} (T_{Fmi,sn} p_{rmi})^{1-\sigma_{FM}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{FM}}}$$

同様に、海外産プール財の合成において、プール財消費1単位あたり費用最小化問題より、そのシャドウプライスとして合成価格指数 $PMI_{Fi,sn}$ が得られる。

$$PMI_{Fi,sn} = \frac{1}{\psi_{Mi,sn}} \left[\sum_{r \neq s} (\gamma_{ri,sn})^{\sigma_{FRi}} (PI_{Fri,sn})^{1-\sigma_{FRi}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{FRi}}} \quad (44)$$

さらに、自国産プール財と海外産プール財の合成においても、同様の費用最小化問題から、部門別プール財の価格

指数 $PI_{i,sn}$ が得られる。

$$PI_{i,sn} = \frac{1}{\psi_{i,sn}} \left[(\gamma_{Mi,sn})^{\sigma_{FFi}} (PMI_{Fi,sn})^{1-\sigma_{FFi}} + (1-\gamma_{Mi,sn})^{\sigma_{FFi}} (PI_{si,sn})^{1-\sigma_{FFi}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{FFi}}} \quad (45)$$

最上位階層の財部門間消費財合成における、効用最大化問題から、 s 国 n 地域家計の部門 i 財の消費プール財需要 f_{sni} が得られる。

$$f_{i,sn} = \left(\frac{\gamma_{i,sn}}{PI_{Fi,sn}} \right)^{\sigma_{Fi}} DI_{sn} \left[\sum_{i \in I} (\gamma_{i,sn})^{\sigma_{Fi}} PI_{Fi,sn}^{1-\sigma_{Fi}} \right]^{-1} \quad (46)$$

部門 i の消費プール財1単位あたり海外産消費プール財の需要 cf_{Msn} は、

$$cf_{Mi,sn} = \left(\frac{\gamma_{Mi,sn}}{PMI_{Fi,sn}} \right)^{\sigma_{FFi}} \psi_{i,sn}^{\sigma_{FFi}-1} PI_{Fi,sn}^{\sigma_{FFi}} \quad (47)$$

であり、同様に自国産消費プール財については、

$$cf_{Di,sn} = \left(\frac{1-\gamma_{Mi,sn}}{PI_{si,sn}} \right)^{\sigma_{FFi}} \psi_{i,sn}^{\sigma_{FFi}-1} PI_{Fi,sn}^{\sigma_{FFi}} \quad (48)$$

となる。また、部門 i の海外産消費プール財1単位あたり生産国別消費プール財の需要 $cf_{ri,sn}$ は、

$$cf_{ri,sn} = \left(\frac{\gamma_{ri,sn}}{PI_{Fri,sn}} \right)^{\sigma_{Fri}} \psi_{Mi,sn}^{\sigma_{Fri}-1} PMI_{Fi,sn}^{\sigma_{Fri}} \quad (49)$$

となる。そして、生産国 r 部門 i の消費プール財1単位を構成する同国 m 地域産財の消費需要 $cf_{rmi,sn}$ は、次のように導出される。

$$cf_{rmi,sn} = \left[\frac{\gamma_{rmi,sn}}{T_{Frm,sn} P_{rmi}} \right]^{\sigma_{Fmi}} \psi_{ri,sn}^{\sigma_{Fmi}-1} PI_{Fri,sn}^{\sigma_{Fmi}} \quad (50)$$

よって、 s 国 n 地域家計による、 r 国 m 地域産部門 i の最終消費財需要 $f_{rmi,sn}$ は、

$$f_{rmi,sn} = \begin{cases} cf_{rmi,sn} \cdot cf_{ri,sn} \cdot cf_{Mi,sn} \cdot f_{i,sn} & (r \neq s) \\ cf_{rmi,sn} \cdot cf_{Di,sn} \cdot f_{i,sn} & (r = s) \end{cases} \quad (51)$$

となる。

4.4 市場均衡

生産活動における中間投入財の需要関数より、部門 i の財部門別プール財投入1単位あたり海外産プール財需要 $cx_{Mi,snj}$ 、同じく自国産プール財の需要生産国別プール財の需要 $cx_{Di,snj}$ と、海外産プール財投入1単位あたりの r 国産部門 i の生産国別プール財投入需要 $cx_{ri,snj}$ および生産国別プール財投入1単位あたり生産地域別中間投入財の需要 $cx_{rmi,snj}$ が得られる。

$$cx_{Mi,snj} = x_{Mi,snj} / x_{i,snj} \quad (52)$$

$$cx_{Di,snj} = x_{Di,snj} / x_{i,snj} \quad (53)$$

$$cx_{ri,snj}(r \neq s) = x_{ri,snj}(r \neq s) / x_{Mi,snj} \quad (54)$$

$$cx_{rmi,snj} = x_{rmi,snj} / x_{ri,snj} \quad (55)$$

したがって、 s 国 n 地域 j 産業による、 r 国 m 地域産部門 i の中間投入財需要 $x_{rmi,snj}$ は、

$$x_{rmi,snj} = \begin{cases} cx_{rmi,snj} cx_{ri,snj} cx_{Mi,snj} a_{i,snj} X_{snj} & (r \neq s) \\ cx_{rmi,snj} cx_{Di,snj} a_{i,snj} X_{snj} & (r = s) \end{cases} \quad (56)$$

である。これらの関係より、財市場均衡は以下の式により表される。

$$X_{rmi} = \sum_{n \in N} \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} (T_{rmi,snj} x_{rmi,snj}) + \sum_{n \in N} \sum_{s \in S} (T_{Frm,sn} f_{rmsni}) + ROW_{rmi} \quad (57)$$

ただし、各国各地域における域際収支バランス条件のため、ROWへの純輸出の実物量 ROW_{rmi} は、各々の純輸出額(前提条件より固定値)を生産地価格で除した値として与えられることとする。

$$ROW_{rmi} = \frac{VROW_{rmi}}{p_{rmi}} \quad (58)$$

本モデルでは、規模に関して収穫一定の生産技術を仮定しているため、産業部門は財の需要に応じた生産を行うこととなり、財市場の均衡が常に満たされている。このため、市場の均衡条件として意味を持つのは、以下の要素市場の均衡のみであり、これらを満足する要素価格の組み合わせが、一般均衡の状態を表すこととなる。

$$L_{sn} = \sum_{j \in J} (cl_{snj} a_{Vnj} X_{snj}) \forall sn \quad (59)$$

$$K_{sn} = \sum_{j \in J} (ck_{snj} a_{Vnj} X_{snj}) \forall sn \quad (60)$$

5—コンテナ港湾整備政策がもたらす国別地域別経済効果の分析

5.1 利用データ

本研究では、2000年日中地域間アジア国際産業連関表¹⁹⁾を基準均衡データとして用いる。地域分類については、表—1、表—2に示すように日本が8地域に、中国が7地域に分割され、ASEAN以北の東アジア主要国と米国が明示的に国・地域として扱われる。これら以外の国・地域はその他世界 (ROW) として集計される。産業部門分類は、表—3に示す9部門としている。なお、元データにおいては、この9部門に加えて運輸業 (transport) 部門が設定されているが、3章で述べたように、本研究では、運輸業部門への需要は地域内輸送に係る輸送コストと見なすため、明示的な産業部門としては考慮されないこととなる。

産業部門分類と各財の生産国間代替弾力性を表—3に示す。代替弾力性の値は、日中地域間アジア国際産業連関表¹⁸⁾の部門分類に合わせてGTAP Database (Version

■表一 産業連関表の国および地域分割

国	地域分割	元データの地域名
日本	北海道	Japan : Hokkaido
	東北	Japan : Tohoku
	関東	Japan : Kanto
	中部	Japan : Chubu
	近畿	Japan : Kinki
	中国	Japan : Chugoku
	四国	Japan : Shikoku
	九州沖縄	Japan : Kyushu & Okinawa
中国	東北	China : Dongbei
	華北	China : Huabei
	華東	China : Huadong
	華南	China : Huanan
	華中	China : Huazhong
	西北	China : Xibei
	西南	China : Xinan
東アジア		EAST Asia
ASEAN5		ASEAN5
米国 (以下USAと表記)		U.S.A

出典：IDE Jetro¹⁸⁾

■表二 各地域区分に含まれる国・地域

地域名	各地域に含まれる国・地域
ASEAN5	Indonesia, Malaysia, the Philippines, Singapore and Thailand
China : Dongbei	Liaoning, Jilin, Heilongjiang
China : Huabei	Beijing, Tianjin, Hebei, Shandong
China : Huadong	Shanghai, Jiangsu, Zhejiang
China : Huanan	Fujian, Guangdong, Hainan
China : Huazhong	Shanxi, Anhui, Jiangxi, Henan, Hubei, Hunan
China : Xibei	Inner Mongolia, Shaanxi, Gansu, Qinghai, Ningxia, Xinjiang
China : Xinan	Guangxi, Chongqing, Sichuan, Guizhou, Yunnan, Tibet
East Asia	Korea and Taiwan
Japan : Hokkaido	Hokkaido
Japan : Tohoku	Aomori, Iwate, Miyagi, Akita, Yamagata, Fukushima
Japan : Kanto	Ibaraki, Tochigi, Gunma, Saitama, Chiba, Tokyo, Kanagawa, Niigata, Yamanashi, Nagano, Shizuoka
Japan : Chubu	Toyama, Ishikawa, Gifu, Aichi, Mie
Japan : Kinki	Fukui, Shiga, Kyoto, Osaka, Hyogo, Nara, Wakayama
Japan : Chugoku	Tottori, Shimane, Okayama, Hiroshima, Yamaguchi
Japan : Shikoku	Tokushima, Kagawa, Ehime, Kochi
Japan : Kyushu & Okinawa	Fukuoka, Saga, Nagasaki, Kumamoto, Oita, Miyazaki, Kagoshima, Okinawa

出典：IDE Jetro¹⁸⁾

■表三 産業部門分類と国間代替弾力性

部門分類	元データの産業部門名	σ_{XFi}	σ_{XRI}
農林水産業	Agriculture, livestock, forestry and fishery	2.38	4.80
鉱業	Mining and quarrying	5.57	11.88
家庭向け製造業	Household consumption products (Life-related manufacturing products)	2.93	6.40
一次製造業	Basic industrial materials (Primary makers' manufacturing products)	3.03	6.31
二次製造業	Processing and assembling (Secondary makers' manufacturing products)	3.80	7.67
電気、ガス、水道	Electricity, gas and water supply	1.90	3.80
建設業	Construction	2.80	5.60
商業	Trade	1.90	3.80
サービス業	Services	1.90	3.80

出典：IDE Jetro¹⁸⁾, Narayanan et al.²¹⁾

8)²¹⁾の産業部門を集計し、その自国産財と海外産財の間の代替弾力性を σ_{XFi} として、輸入国間弾力性の値を σ_{XRI} として用いた。国内地域間代替弾力性については、GTAP Database²¹⁾における“Rule of Two”の概念を援用し、

$$\sigma_{XMi} = 2\sigma_{XRI} \quad (61)$$

の関係を利用して設定した。最終消費における財部門間の代替弾力性に関しては、Cobb-Douglas型の選好を想定し、 σ_{Fi} は1としている。なお、代替弾力性の値は最終需要においても中間需要と同一であると見なし、 σ_{XRI} と σ_{FRI} は等しく、同様に σ_{XFi} と σ_{FFi} 、 σ_{XMi} と σ_{FMi} も等しく設定している。

5.2 政策シナリオ設定と分析結果

ここでは、コンテナ港湾の整備事業を想定した政策シナリオに対して、前章で構築したSCGEモデルを適用する。前提条件として、コンテナ港湾整備政策によって、一定の国際輸送コストが削減されることを想定し、これをモデル演算のインプットとする。具体的には、次のように想定した。

基準均衡データとして2000年日中地域間アジア国際産業連関表¹⁹⁾を用い、この基準均衡データが完全に再現されるように、各種パラメータ（前章のモデルにおいて、ギリシャ文字で表記された全てのパラメータ、ただし代替弾力性を除く）をキャリブレーションにより与える。したがって、基準均衡データの値に関しては誤差が全く無いように再現されることとなる。キャリブレーションの具体的な手順については、細江ら²²⁾、上田²³⁾に詳細な説明があるので参照されたい。

基準均衡データにおける日本からの輸出および日本の輸入に係る年間の国際輸送コストを集計すると、100,426（百万ドル）である。ただし、この国際輸送コストは、海上コンテナ貨物だけでなく、バルク貨物や航空貨物などあらゆる国際輸送のコストが含まれるものである。これについて、基準均衡データ年次における平均的な為替レートである1ドルあたり107円を想定して日本円に換算すると10兆7,455億円の総国際輸送コストが得られる。なお、わが国の外貿コンテナ輸送コストは、約1兆9,700億円から2兆円（平成19年度（2007年度））と推計²⁴⁾されている。利用可能なデータの制約上、データの年次が整合していない点に問題はあるが、年次の不整合を無視して単純にこれらの関係から概算すると、国際貨物輸送コストにおける外貿コンテナ輸送コストの割合は、概ね18%から19%となる。

本分析では、コンテナ港湾整備によってもたらされる全国的な国際輸送コスト低減が、国内外の諸地域に及ぼす影響に着目する。輸送品目が限定されるバルク貨物に比べて、外貿コンテナで輸送される品目は多様であり、輸出入における国内の発着地も広く分布している²⁵⁾。また、5大港における取扱貨物量は、国内の全コンテナ貨物の約8割

(重量ベース)を占めており²⁵⁾、大規模港湾の整備は、国内のあらゆる地域における国際輸送コスト削減に寄与することが期待される。そこで、現在集中的に機能強化が進められている京浜港と阪神港の整備が、全国的な国際輸送コスト削減をもたらすことと想定し、本分析における入力シナリオとして用いる。

具体的なシナリオの設定は以下のように行った。平成22年以降、わが国の主たるコンテナ港湾である京浜港及び阪神港において実施中のコンテナターミナル整備事業について、公表されている事業評価結果(例えば国土交通省[2013]²⁶⁾)を集計すると、総延長7,930mの岸壁整備に対して、年あたり約1,500億円の輸送コスト削減便益が見込まれるとされている。この他に、京浜港及び阪神港の港湾計画に位置づけられた未整備の岸壁が計1,330m存在する。これらの岸壁の整備によっても、岸壁延長あたりの輸送コスト削減への寄与度が、上記公表値と同様と仮定すると、港湾整備が直接的にもたらす、年間の国際輸送コスト削減額は、1,500億円×((7,930+1,330)/7,930)より、約1,752億円となる。

基準均衡データにおける日本発着の国際輸送に係るコストは10兆7,455億円であるが、先述のようにこの値は、海上コンテナ貨物だけでなく、バルク貨物や航空貨物などあらゆる国際輸送のコストを含んでいる。この総国際輸送コストに対して、コンテナ港湾整備によって1,752億円のコスト削減がもたらされるため、単純に変化率を計算すると1.59%となる。ここで、コンテナ港湾整備による国際輸送コスト削減率が、地域を問わず国内全地域に対して等しく寄与すると仮定し、日本の全地域からの輸出と輸入に係る国際輸送マージンが1.59%低下することを、コンテナ港湾整備がもたらす外生的変化と見なす。これを政策シナリオの入力条件として、本研究で構築したモデルに適用し、政策の効果を算定する。ただし、北海道や九州では、(重量ベースでは)これらの港湾の利用割合が相対的に低く、本分析シナリオにおける、これらの地域での国際輸送マージン削減率が、過大となっている可能性があることは否定できない。しかし、各地域からの輸出入において、金額ベースでの利用港湾割合や総国際輸送コストにおけるコンテナ輸送コストの割合は正確に把握できないため、国際輸送マージン率の低下は全国で画一的に生じることと見なす。本研究は、特定の港湾整備政策を念頭においたものではなく一般的なコンテナ港湾整備の効果分析を想定したため、上記のような粗い入力シナリオを設定したが、具体的な施策の評価にあたっては、こうした入力条件はより精緻に検討すべきであると考えられる。

まず、各国各地域の便益について評価する。本研究では、基準均衡時の価格体系で評価されたEV指標を便益

の定義として用いる。EV指標の定義は、基準均衡時のスクリプトを w_0 、政策実施後を意味するスクリプトを w として表記すると、

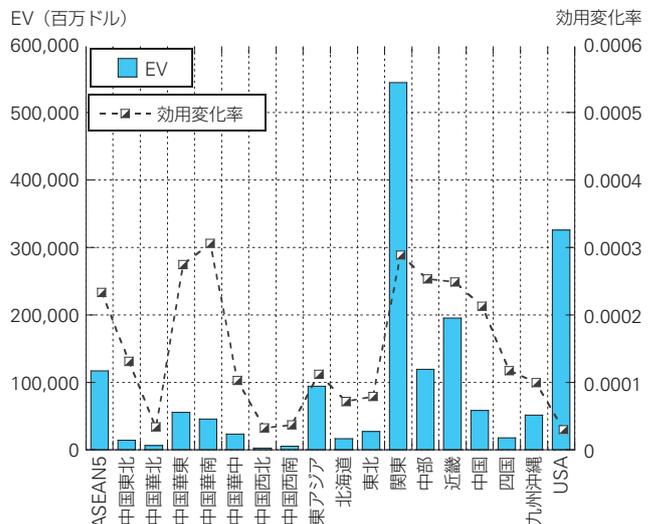
$$EV_{sn} = \frac{U_{sn}^w - U_{sn}^{w_0}}{U_{sn}^{w_0}} DI_{sn}^{w_0} \quad (62)$$

のように定式化される。 EV_{sn} は、 s 国 n 地域における帰着便益を表す。式(62)からも明らかのようにEV指標は、基準均衡時における消費支出額に効用変化率を乗じたものであるため、国・地域における便益の大きさは総支出額すなわち所得の総額の大きさに影響される。したがって、国・地域の経済規模が便益の絶対的な規模に影響することとなる。

そこで経済規模の影響を排除して考察するため、 EV_{sn} を $DI_{sn}^{w_0}$ で除した効用変化率のみについても、厚生水準の一指標として用いる。図—3に各国・地域の便益(棒グラフ)および効用変化率(折れ線)を示す。これらの結果より、港湾整備が実施された日本の各地域において正の便益が生じていることに加え、貿易の相手である各国・地域においても便益が及ぶことがわかる。また、便益額で見ると米国への帰着が大きいのが、これは消費支出額が大きいことによるためであり、効用変化率では相対的に小さい。日本では、関東、近畿、中部の3大都市圏を抱える地域において大きな便益を享受しており、効用変化率も高水準にある。ASEAN5についても、便益額、効用変化率ともに大きい。中国の華東、華南地域では日本の諸地域以上に効用変化率が大きいという結果が見られる。

次に、政策を実施したわが国を中心に、産業活動に及んだ影響を分析する。便益帰着の大きかった関東、中部、近畿地域における産業部門別生産額の変化を図—4に、変化率を図—5に示す。

いずれの地域でも、サービス業の生産額増加が大きく、建設業、商業でも正方向の生産額変化が見られる。二次



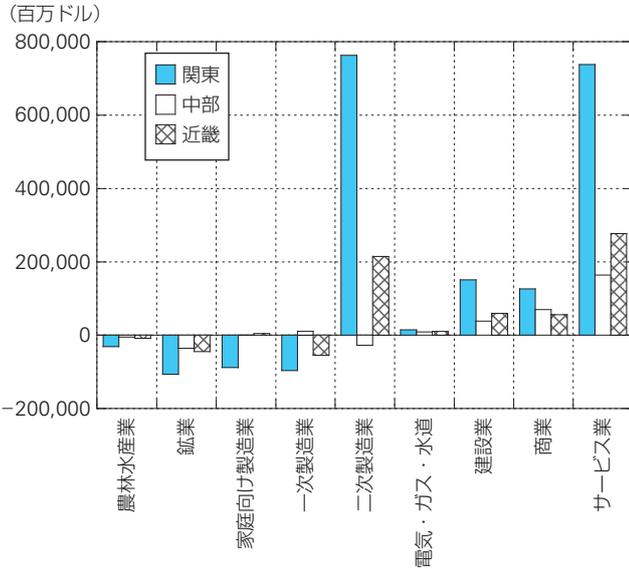
■図—3 国・地域別便益および効用変化率

製造業部門については、関東と近畿では生産額が増加し、中部ではわずかに減少している。また、農林水産業、鉱業に関しては、いずれの地域においても生産額が減少しており、その変化率も大きい。これは、国際輸送コストの低下に伴い、海外産財の価格低下が相対的に大きく、需要の調達先が海外にシフトしたことが影響していると考えられる。

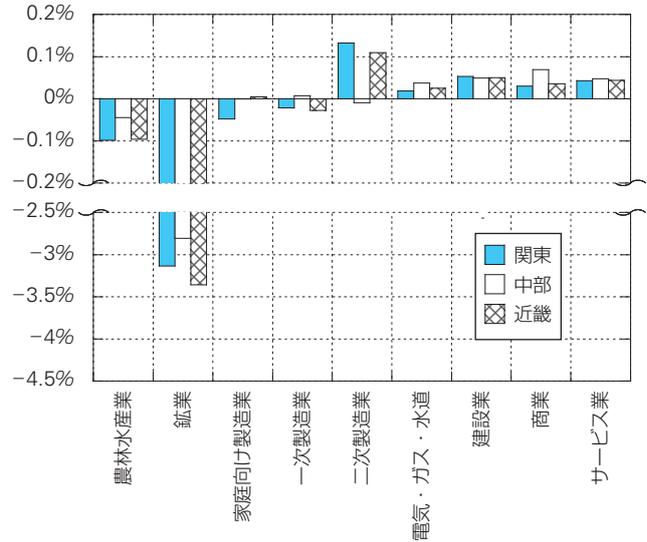
表—4に、我が国の各地域からの相手国・地域別輸出

額、および各地域による相手国・地域別輸入額（いずれも全品目合計）の変化推定結果を示す。コンテナ港湾整備によって日本の全地域からの国際輸送コストが削減されたと想定していることもあり、いずれの地域における輸出額、輸入額とも増加するという結果が得られた。

このように、集中投資によって港湾の競争力が強化されると貿易が活性化され、港湾の貨物取扱量が増加するであろうことが示唆される。一方、港湾整備による国際輸送



■図—4 関東、中部、近畿における生産額変化



■図—5 関東、中部、近畿における生産額変化率

■表—4 日本からの輸出入額の変化、変化率

輸出入元\輸出入先	ASEAN5	中国東北	中国華北	中国華中	中国華南	中国華東	中国西北	中国西南	東アジア	U.S.A.
北海道	1,216 (0.56%)	122 (1.31%)	283 (1.44%)	675 (1.28%)	434 (1.22%)	23 (2.75%)	18 (1.30%)	18 (1.44%)	1,169 (0.63%)	1,709 (0.14%)
東北	4,781 (0.49%)	500 (1.28%)	1,247 (1.42%)	2,342 (1.27%)	1,985 (1.19%)	111 (2.87%)	95 (1.40%)	95 (1.52%)	4,140 (0.54%)	3,127 (0.21%)
関東	207,059 (0.52%)	20,267 (1.29%)	47,523 (1.48%)	103,704 (1.29%)	95,806 (1.21%)	5,257 (2.96%)	5,002 (1.47%)	5,072 (1.57%)	268,780 (0.64%)	222,265 (0.26%)
中部	46,020 (0.48%)	6,309 (1.25%)	14,747 (1.44%)	33,551 (1.26%)	28,809 (1.16%)	1,648 (2.90%)	1,464 (1.40%)	1,467 (1.50%)	42,380 (0.58%)	77,739 (0.18%)
近畿	98,141 (0.49%)	12,145 (1.25%)	27,955 (1.43%)	65,330 (1.23%)	51,003 (1.16%)	2,877 (2.83%)	2,524 (1.38%)	2,588 (1.49%)	110,466 (0.60%)	60,225 (0.23%)
中国	18,531 (0.56%)	3,179 (1.34%)	7,246 (1.47%)	20,131 (1.28%)	14,897 (1.23%)	1,054 (2.78%)	604 (1.36%)	436 (1.45%)	38,270 (0.54%)	7,340 (0.16%)
四国	3,358 (0.48%)	480 (1.35%)	1,087 (1.48%)	2,993 (1.28%)	2,094 (1.24%)	142 (2.79%)	84 (1.36%)	65 (1.47%)	5,140 (0.54%)	2,319 (0.26%)
九州沖縄	28,061 (0.50%)	2,389 (1.27%)	5,588 (1.43%)	13,580 (1.25%)	11,477 (1.17%)	738 (2.80%)	536 (1.37%)	475 (1.49%)	35,254 (0.57%)	19,366 (0.22%)
輸入元\輸入先	ASEAN5	中国東北	中国華北	中国華中	中国華南	中国華東	中国西北	中国西南	東アジア	U.S.A.
北海道	11,031 (1.47%)	2,749 (1.64%)	3,752 (1.52%)	5,441 (1.52%)	2,722 (1.52%)	39 (2.10%)	151 (1.74%)	177 (1.88%)	7,825 (1.32%)	27,551 (1.26%)
東北	20,321 (0.39%)	1,896 (1.17%)	3,201 (1.33%)	5,732 (1.59%)	4,267 (1.76%)	14 (0.97%)	84 (1.12%)	86 (1.04%)	12,156 (2.01%)	29,039 (1.20%)
関東	220,741 (0.63%)	23,932 (0.67%)	39,020 (0.66%)	69,815 (0.65%)	42,702 (0.71%)	270 (0.94%)	1,249 (0.73%)	1,287 (0.83%)	173,168 (0.84%)	386,293 (0.71%)
中部	42,210 (0.55%)	10,449 (0.78%)	15,985 (0.75%)	26,443 (0.73%)	14,636 (0.78%)	139 (1.09%)	576 (0.85%)	638 (0.98%)	46,993 (0.92%)	65,289 (0.77%)
近畿	68,897 (0.54%)	14,929 (0.54%)	25,974 (0.58%)	47,321 (0.61%)	27,035 (0.66%)	177 (0.71%)	820 (0.61%)	835 (0.65%)	78,163 (0.81%)	81,578 (0.63%)
中国	19,664 (0.16%)	2,362 (0.39%)	4,548 (0.58%)	8,125 (0.71%)	3,824 (0.67%)	39 (0.50%)	158 (0.51%)	176 (0.50%)	36,090 (0.90%)	16,891 (0.70%)
四国	18,123 (0.41%)	962 (0.72%)	1,896 (0.90%)	3,203 (1.02%)	1,504 (0.99%)	10 (0.73%)	57 (0.81%)	55 (0.76%)	7,146 (1.06%)	8,279 (0.92%)
九州沖縄	34,020 (0.61%)	6,675 (0.83%)	10,291 (0.80%)	15,676 (0.81%)	8,826 (0.84%)	85 (1.16%)	361 (0.92%)	410 (1.01%)	37,997 (0.97%)	25,871 (0.72%)

上段：変化額（百万ドル）、下段：変化率

コスト低下は、整備国の産業のみならず貿易相手国の財価格低下にも寄与する。このため、生産額変化に関する分析結果が示すように、海外財との競争激化により規模が縮小する産業分野、生産地域が生じうる可能性は否定できない。ただし、消費者にとっては、輸送コスト低下による実質的な財価格低下の効果を享受できるため、安価な輸入財の購入機会増加は、効用の改善すなわち正の便益をもたらすこととなる。

6—おわりに

本研究は、国際地域間産業連関表のフォーマットを前提として、国内・国際輸送のシステム改善の評価を総合的に分析可能なSCGEモデルを構築するとともに、これをコンテナ港湾整備政策に適用し、同政策がもたらす効果について国別地域別の分析を行った。本研究の方法論としての特徴は、これまでのSCGEモデルでは扱うことが困難であった、各国内が複数地域に分割された多国間経済システムを対象とした点、かつ国際間地域間の輸送コストの影響を明示的にモデル化した点にある。これらの問題を解決することによって、国際輸送に係る政策が及ぼす効果の、同一国内における地域差を分析することが可能となった。

国際港湾整備政策が、政策実施国のみならず他国にも影響を及ぼすことは過去の研究でも示されているが、本研究が分析したように、国内の地域間でも効果の及び方に差異がある。効果が多地域に及び、そのあられ方が多様な運輸政策の検討にあたっては、政策の合意形成、政策効果の評価、説明責任等の観点から、こうした地域間の政策効果の違いを表現することが極めて重要であると考えられる。

本研究で用いた国際地域間産業連関表は、公表されているデータとしては2000年時点のものが最新である。このため、現在の各国各地域の産業構造を正確に捉えきれていない可能性は否定できない。しかし、国際産業連関表・地域間産業連関表の作成には極めて大きな労力とデータ取扱のノウハウを要するため、年次更新も容易ではない。データの適用にあたっては、限られた組織の産業連関表作成努力に負うところが大きいのが事実である。国際地域間産業連関表のさらなる整備が待たれるとともに、最新データが得られない場合における延長表の検討方法等、データ補完の手段についても今後検討したい。

最後に、SCGEモデル分析の適用・評価において注意すべき、代替弾力性パラメータの設定に関する課題について述べることにする。代替弾力性の値は、一時点の基準均衡データのみからはキャリブレーションによって求めることができない。基準均衡の再現においては、代替弾力性がい

かなる値であっても、キャリブレーションで適切なパラメータを設定すれば、完全な現況再現が可能である。しかし、代替弾力性は価格変化率に対する需要変化率を決定づける重要なパラメータであり、政策シナリオ等によって基準状態と異なる均衡状態を推定する際には、代替弾力性の値に依存して結果が変化するという問題がある。とはいえ、代替弾力性の推定には、モデルと統合的な異時点データを整理するという多大な労力が必要となり、分析の度に推定を実施することは容易ではない。さらに、産業部門分類などモデルの前提条件が異なるとパラメータが転用できないので、安易に既推定の値を用いることは望ましくない。本研究では、産業部門分類と空間分割単位が類似しているため、GTAPデータベースを利用することができたが、こうした既存知見が利用できない場合には、感度分析を実施するなど、代替弾力性の設定が分析結果の変動に及ぼす影響についても検討することが望ましい。

謝辞: 本研究の遂行にあたり、岡本信広氏（大東文化大学）、石川良文氏（南山大学）、森杉壽芳氏（日本大学）からは貴重なコメントをいただいた。なお、本研究は、科学研究費補助金（基盤（C）22560538）および（基盤（B）24360202）による助成を受けたものである。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省 [2013], “国際コンテナ戦略港湾政策推進委員会 最終とりまとめ”, (オンライン), <http://www.mlit.go.jp/common/001024500.pdf>, 2014/4/9.
- 2) Shoven, J. B. and Whalley, J. [1992], *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press.
- 3) Hertel, T. W. (eds.) [1997], *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*, Cambridge University Press.
- 4) Francois, J. F. and Reinert, K. A. (eds.) [1997], *Applied Methods for Trade Policy Analysis*, Cambridge University Press.
- 5) Doi, M. (eds.) [2006], *Computable General Equilibrium Approaches in Urban and Regional Policy Studies*, World Scientific.
- 6) 宮城俊彦・本部賢一 [1996], “応用一般均衡分析を基礎にした地域間交易量モデルに関する研究”, 『土木学会論文集』, No. 530/IV-30, pp. 31-40.
- 7) Bröcker, J. [1998], “Operational spatial computable general equilibrium modeling”, *Annals of Regional Sciences* 32, pp. 367-387.
- 8) Dixit, A. K. and Stiglitz, J. E. [1977], “Monopolistic competition and optimum product diversity”, *American Economic Review*, 67 (3), pp. 297-308.
- 9) Bröcker, J. [1998], “How would an EU-membership of the Visegrad-countries affect Europe's economic geography?”, *The Annals of Regional Science*, Vol. 32, Issue. 1, pp. 91-114.
- 10) Oosterhaven, J., Knaap, T., Ruijgrok, K. and Tavasszy, L. [2001], “On the Development of RAEM: The Dutch Spatial General Equilibrium Model and its First Application to a New Railway Link”, Paper presented to the 41th Congress of the European Regional Science Association.
- 11) Ivanova, O., Vold, A. and Jean-Hansen, V. [2002], “PINGO - A model for prediction of regional and interregional freight transport”, *TOI report 578*, Institute of Transport Economics.
- 12) Bröcker, J., Korzhenevych, A. and Schürmann, C. [2010], “Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects”, *Transportation Research Part B*, Vol. 44, Issue. 7, pp. 795-811.
- 13) Thissen, M., Limtanakool, N. and Hilbers, H. [2011], “Road pricing and

agglomeration economies: a new methodology to estimate indirect effects applied to the Netherlands”, *Annals of Regional Sciences*, Vol. 47, Issue. 3, pp. 543-567.

14) 石倉智樹 [2012], “人口減少に伴う都市の縮退と集積に関する基礎的定量分析”, 『都市計画論文集』, Vol. 47, No. 1, pp. 68-73.

15) 小池淳司・川本信秀 [2006], “集積の経済性を考慮した準動学SCGEモデルによる都市部交通渋滞の影響評価”, 『土木計画学研究・論文集』, Vol. 23, pp. 179-186.

16) Tavasszy, L.A., Koike, A. and Vaga, A. [2007], “Dynamic spatial equilibrium models for social cost benefit analysis of transport projects and policies: implementations for Japan, the Netherlands and Hungary”, Proceedings of 11th world congress of transport research.

17) 石川良文 [2008], “統計情報を活用したアジア国際日本地域間産業連関表の作成手法”, 『南山経済研究』, 第22巻, 第3号, pp. 93-107.

18) Institute of Developing Economies-JETRO [2007], *Transnational Interregional Input-Output Table between China and Japan 2000*, Institute of Developing Economies-JETRO.

19) 水谷誠・國田淳・檜垣史彦・蹴揚秀男・太田隆史 [2006], “政策効果の分析システムに関する研究III—空間経済学的手法を応用した国際物流需要予測モデルの開発—”, 『国土交通政策研究』, 第71号.

20) 米本清・柴崎隆一・渡部富博 [2008], “日中地域間アジア国際産業連関表を用いた貿易・開発政策の地域別影響分析”, 『国土技術政策総合研究所資料』, 第451号.

21) Narayanan, G., B., Aguiar, A. and McDougall, R. (eds.) [2012], *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 8 Data Base*, Center for Global Trade Analysis, Purdue University.

22) 細江宣裕・我澤賢之・橋本日出男 [2004], 『テキストブック応用一般均衡モデリング プログラムからシミュレーションまで』, 東京大学出版会.

23) 小池淳司・石倉智樹・小林優輔 [2010], “SCGEモデルの理論と応用”, 上田孝行編著, 『Excelで学ぶ地域・都市経済分析』, コロナ社.

24) 内閣府 [2011], “行政政策新会議ワーキンググループ「提言型政策仕分け」WG-A”, (オンライン), <http://www.cao.go.jp/sasshin/seisaku-shiwake/detail/gijigaiyou/a4-2.pdf>, 2014/3/6.

25) 国土交通省港湾局 [2009], 『平成20年度全国輸出入コンテナ貨物流動調査結果』.

26) 国土交通省 [2013], “交通政策審議会港湾分科会 第5回事業評価部会”, (オンライン), http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/port01_sg_000130.html, 2014/4/9.

(原稿受付 2014年4月16日)

An Analysis on Effects of Container Ports Investment by Transnational Interregional SCGE Model

By Tomoki ISHIKURA

Spatial Computable General Equilibrium (SCGE) model is one of the appropriate methodologies to assess the regional distribution of policy impacts including regional benefit. Standard SCGE models treat “multi-country system” or “multi-region in one country system” due to availability of Input-Output table as a data to be calibrated. Recent development of transnational interregional Input-Output table shows a breakthrough in the applicability of SCGE analysis. This paper builds a SCGE model consistent with a transnational interregional Input-Output table considering transport cost explicitly. We furthermore apply the model to a container port investment policy scenario and illustrate regional economic effects quantitatively.

Key Words : *transnational interregional input-output table, SCGE model, container port investment*
