

# SCGEモデルを活用した国際物流需要予測に関する検討\*

## International Freight Transport Demand Forecasting by SCGE Model\*

水谷誠\*\*・土谷和之\*\*\*・秋吉盛司\*\*\*\*・小池淳司\*\*\*\*\*・石川良文\*\*\*\*\*・石黒一彦\*\*\*\*\*  
By Makoto MIZUTANI\*\*・Kazuyuki TSUCHIYA\*\*\*・Seiji AKIYOSHI\*\*\*\*・  
Atsushi KOIKE\*\*\*\*\*・Yoshifumi ISHIKAWA\*\*\*\*\*・Kazuhiko ISHIGURO\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

国際物流需要は、国間・地域間の貿易に伴って発生する派生需要である。したがって、国際物流需要予測は、まず貿易額の予測を行い、そこから物量ベースの物流量を推定するというステップで行われるのが一般的である。

貿易額の推定に際しては、通常各国間の交易係数（＝国全体の貿易額に占める各国間の貿易額の比率）を求める必要があるが、これまで実務に摘要されてきた国際物流需要予測モデルは、将来の交易係数を時系列データ等を用いて外生的に設定し、その係数に基づき国際物流需要量を予測するものが多かった。たとえば港湾貨物の需要予測では、国際市場での生産品価格、1期前の交易係数等を説明変数として交易係数を予測している。また、航空貨物の需要予測では、交易係数を用いずさらに簡便に方面別発生集中貨物量を直近10年間の増加量から求めている。

しかし、こうしたモデルでは交易係数の設定の経済的根拠が希薄であるため、経済理論に整合した分析を行うことができず、必ずしも説明力が高いとはいえない。また、過去の時系列データに基づく分析のため、経済連携協定の締結等の急激な交易条件の変化を表現することが難しい。さらに、輸送コストの増減による物流需要の変動を想定していないため、輸送コスト削減のための各種交通政策の効果を

把握することができない。

本研究では、こうした課題に対処するため、国際経済学・空間経済学の分野で研究が進められている空間的応用一般均衡モデル（Spatial Computable General Equilibrium Model / 以下 SCGE モデル）を適用して需要予測を行うことを試みる。SCGE モデルでは家計、企業、政府といった各経済主体の行動を定式化し、全ての地域の経済主体で均衡させる。このため、地域間の交易額は、均衡状態における各地域の家計の消費行動、企業の投入行動の結果として表現される。しかしながら、SCGE モデルのような均衡型のモデルは、均衡に達するまでの時間を考慮していないため、時間の概念がなく、目標年次を定める“予測”には一般に不相当である。このため、本研究では、SCGE モデルに加え、資本の移動速度を用いて時間の流れを考慮する「資本移動モデル」を組み合わせることによって、需要予測を行うこととした。

本稿では、モデルの構造と、モデルによる交易額の再現結果を紹介する。

### 2. モデルの概要および特長

#### (1) モデルの概要

本研究で検討している国際物流需要予測モデルは、1時点における各市場（財・サービス市場、労働市場、資本市場、輸送サービス市場）の需給均衡を表現する「SCGE モデル」と、5年毎の資本移動（地域別の投資量）を表現する「資本移動モデル」の2つのモデルから構成される。SCGE モデルでは11地域（東日本、中部、近畿、九州、中国、韓国、台湾、東南アジア、欧州、米国、その他地域）にゾーニングされた世界を想定し、財サービスは53分類に分かれている。各地域別に企業、政府、家計、地域間の貿易輸送を担う国際輸送企業の4種類の経済主体が存在する。なお、国際輸送企業はそれぞれ自分の存在する地域から発送される貨物の輸送を担うものとする。

\*キーワード：SCGE、国際物流、資本移動

\*\*正員、工修、国土交通省関東地方整備局東京港湾事務所（東京都江東区青海2丁目43番青海フロンティアビル18階、  
e-mail:mizutani-m2pc@pa.ktr.mlit.go.jp）

\*\*\*正員、工修、株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部（東京都千代田区大手町2-3-6、e-mail:kazuyuki@mri.co.jp）

\*\*\*\*正員、工修、エム・アール・アイシステムズ（株）社会公共ソリューション部（東京都中央区晴海3-2-22、e-mail:akiyoshi@mrisys.co.jp）

\*\*\*\*\*正員、博士、鳥取大学 工学部（鳥取市湖山町南4-101、e-mail:koike@sse.tottori-u.ac.jp）

\*\*\*\*\*正員、博士、南山大学総合政策学部（瀬戸市せいれい町27番地、e-mail:yishi@ps.nanzan-u.ac.jp）

\*\*\*\*\*正員、博士、神戸大学 海事科学部（神戸市東灘区深江南町5-1-1、e-mail:ishiguro@maritime.kobe-u.ac.jp）

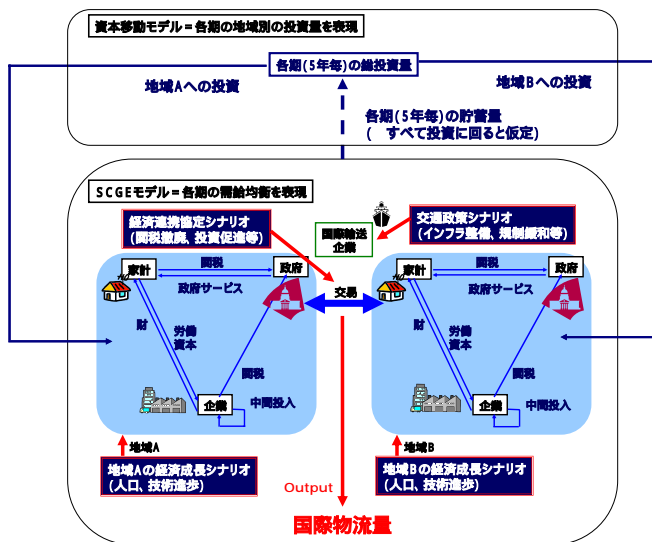


図 1 国際物流需要予測モデルの概要図

## (2) SCGE モデルの特長

交易条件のドラスティックな変化に対応したモデル

均衡モデルは、交易係数を内生化しており、将来のアジア地域の経済成長や経済連携協定の締結等に伴う交易の大きな変化を予測することができる。

交通政策を反映させやすいモデル

地域間の輸送コストなどを詳細に取り込むことが可能であり、交通政策（例えば輸送コストを削減するための各種政策）を反映させ易いモデルとなっている。

日本を4地域（東日本、中部、近畿、九州）に分割

SCGE モデルのゾーニングは「東日本、中部、近畿、九州、中国、韓国、台湾、東南アジア、欧州、米国、その他地域」の計 11 ゾーンとなっている。通常の国際経済のモデルでは、1国を1地域として取り扱うことが多いが、ここでは日本を4地域に分割しているため、日本国内各地域と海外との貿易関係の特徴を表現できる。例えば、地理的に中国に近い九州地域が、中国との水平分業に有利であるか否か等も判断できる。また、アジアを欧州、米国と比べて細かいゾーン区分としているが、これは今後のアジア - 日本の貿易量の増大を考慮したためである。

産業区分において、貨物の荷姿の違い等を考慮し分類

産業分類は、コンテナかバルクかといった荷姿を考慮して区分している。このため、荷姿の違いによる輸送コストの差異を表現することができる。

## (3) 資本移動モデルの特長

資本移動モデルでは、国際間の資本の蓄積・移動は1期毎（具体的には5年毎）に行われると仮定し、資本の収益率に従って資本移動が起こると想定する。1期毎の資本蓄積量を計測することにより、資本がどの程度のスピードで蓄積・移動するかを考慮することが可能となる。このため、将来のある時点での資本蓄積量を仮定することにより、資本移動（=投資量）を推計することができる。将来の国際貨物流動を検討する場合、具体的に2020年、2030年といった時点における貿易の状態を予測する必要があるが、既存の静学的な均衡モデルのみではそれができないのに対し、本モデルでは資本蓄積・移動について時間の概念を導入しているため、具体的な年次についての貿易状態を予測することが可能である。

## 2. モデルの構造

### (1) SCGE モデルの構造

本モデルの主要な仮定を以下に示す。

- 各地域に家計・企業・政府・国際輸送企業の4主体が存在する。
- 家計は予算制約下で効用が最大となるように最終消費と投資を決定する。
- 企業は労働・資本および中間財（国内財と輸入財の合成財）により生産活動を行う
- 政府は家計・企業より貿易にともなう関税を徴収し、関税収入を自地域の家計に分配する。（本来は政府サービスを生産し家計・企業に提供すると考える方が厳密であるが、本モデルでは政府行動を分析の主な対象とはしないため、簡便な仮定を置いた）
- 国際輸送企業はそれぞれ自分の存在する地域から発送される貨物を輸送する。輸送に際しては、輸送マージンとして輸送する貨物自体の一部を投入して、輸送活動を行うものとする。
- 輸出入と対外投資の収支バランスをとる
- 資本はより収益率が高い地域に移動するが、完全に自由に収益率の高い地域へ移動するのではなく、投資規制などに起因する一定の移動抵抗があると考えられる。

家計と企業の行動モデルについて以下に概要を示す。紙幅の都合上、定式化の詳細は講演時に譲る。

## 家計の行動モデル

家計の行動モデルの概要を図2に示す。

家計はまず自分の効用を最大化するように現在消費量と貯蓄量を選択する。これは、現在消費から得られる現時点での満足と、貯蓄から得られると期待される将来時点での収益を考えた最適化行動と考える。なお、ここでの貯蓄はすべて投資にまわされると考え、その収益率は資本移動モデルにより算出される。

次に、家計は現在消費から最大の効用を得られるように各財・サービスの消費量を決定する。さらに、各財・サービスについて自国内財と輸入財の消費量を決定し、各地域からの輸入財の消費量を決定する。

家計は効用最大化行動に従い下記の決定を行う。  
 レベル1: 現在消費量と貯蓄の割合を決定する。(貯蓄は投資に使われる)  
 レベル2: 現在消費する財の種類を決定する。  
 レベル3: 各財について、自国内財と輸入財の割合を決定する。  
 レベル4: 輸入財について、輸入元の地域を決定する。

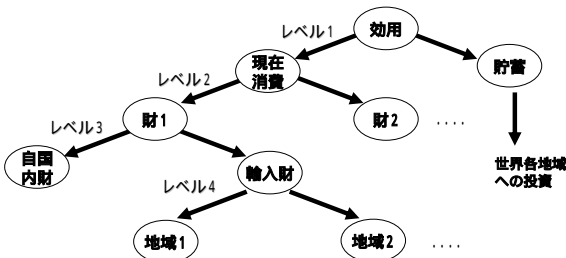


図2 家計の行動モデルの概念図

## 企業の行動モデル

企業の行動モデルの概要を図3に示す。企業は、費用を最小化するように、中間財、および家計から提供される労働、資本を投入して財を生産する。中間財の投入に際しては、輸入財と自国内財の投入割合を決める必要があり、さらに輸入財の投入の際には輸入元の地域割合を決める必要があるが、それぞれの段階でも費用が最小化されるように投入割合が決定される。

企業は生産費用最小化行動に従って、下記の決定を行う。  
 レベル1: 中間財の投入量と労働・資本の投入量の割合を決定する。  
 レベル2: 労働と資本の投入割合を決定する。  
 レベル3: 中間財について、自国内財と輸入財の投入割合を決定する。  
 レベル4: 輸入財について、輸入元の地域を決定する。

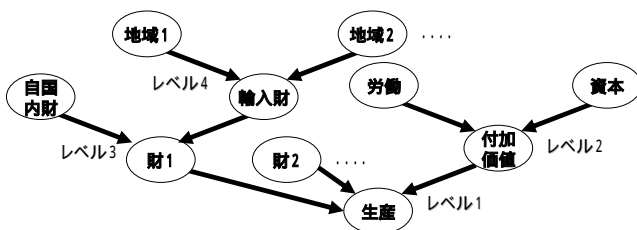


図3 企業の行動モデルの概念図

## (2) 資本移動モデルの構造

資本移動モデルでは、家計の貯蓄はすべて投資に回ると仮定し、全地域の家計の貯蓄がどの地域にどの程度投資されるかを表現する(図4参照)。その際、一定期間(5年間)における資本の蓄積を再現することにより、当該期間における資本の移動スピードを推定する。このため、目標年次における各地域の収益率を算出し、その年次における資本蓄積額を推計し、SCGEモデルに入力することによって、目標年次における均衡を推計することが可能となる。

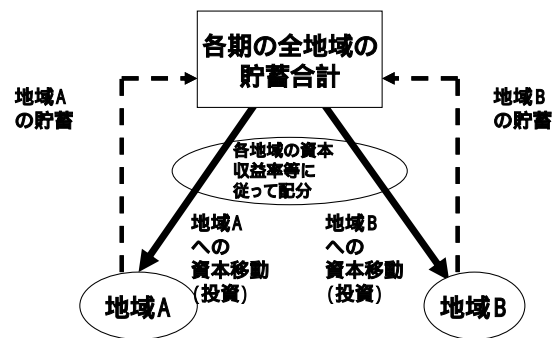


図4 資本移動モデルの概念図

## 3. SCGEモデルの現況再現性に関する検討

SCGEモデルについて、1995年時点の均衡状態が再現できるか否かについて検証を行った。以下では代表的な指標として日本から海外各地域への輸出額について、実績額と再現額の比較を行った。図5には日本の各地域(東日本、中部、近畿、九州)から海外地域への輸出額の再現性を、図6には日本全地域から海外地域への輸出額の再現性を示す。

これらの図から分かるように、日本からの輸出額については、中国への輸出額が若干過大な推計となっているが、全体として概ねの傾向は再現できていると考えられる。今後は、産業別のより詳細なデータの再現性について検討する必要がある。

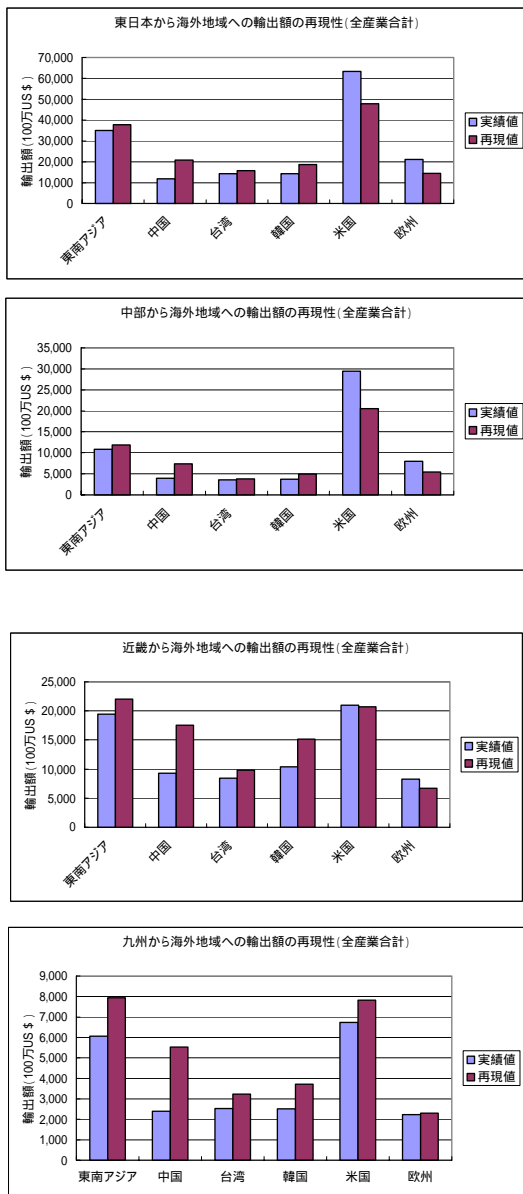


図5 日本各地域から海外地域への輸出額の再現性

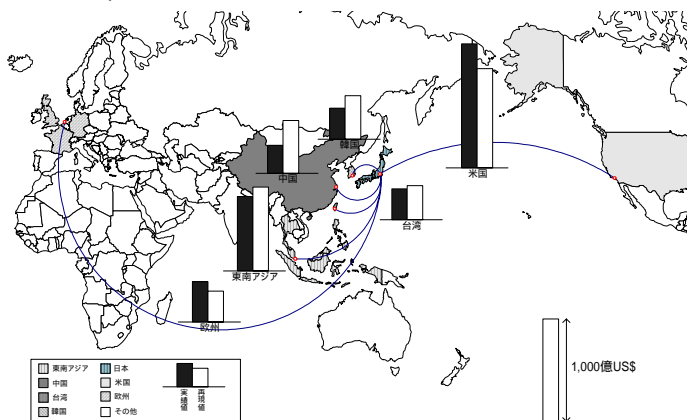


図6 日本から海外地域への輸出額の再現性

#### 4. 今後の検討の方向性

これまでの分析・検討により、SCGE モデルについてはある程度の再現性を有したモデルを構築することができた。今後の検討の方向性としては以下の2点が挙げられる。

##### 需要予測のための将来シナリオの設定

本モデルでは、図1に示したように、経済連携協定、交通政策、経済成長について外生変数をシナリオとして与えて需要予測を行う。今後は、経済動向、および交通施設投資の動向等を勘案しながら、これらのシナリオについて設定する必要がある。

##### 物流の時間価値に関する検討

で交通政策シナリオの設定にあたり、港湾投資による輸送時間短縮等の効果を表現するためには、物流における時間の価値を設定する必要がある。当面は「港湾整備の評価マニュアル」等に掲載されている数値を基に分析を行うが、別途、物流の価値そのものに関する体系的な整理を行い、こうしたマクロな経済モデルと統合的な貨物の時間価値の計測手法等について検討を行う必要がある。

##### 謝辞

本稿は、「政策効果の分析システムに関する研究会WG」（国土交通省国土交通政策研究所）での成果を元に加筆・修正したものである。同WGにおいては、東北大学大学院森杉壽芳教授、東京大学大学院上田孝行教授をはじめ、多くの学識経験者・政策担当者の方々から貴重なご示唆をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。なお、同WGにおける検討は継続して行われており、本稿で示した分析結果については今後変更される可能性がある。また、本稿は研究会の見解とは独立なものであり、本稿に関するあらゆる誤りや責任は筆者に帰属するものである。