

国際貿易予測のための中期交易係数予測モデル

稲村 肇¹・河野達仁²・徳永幸之³・竹村洋之⁴

¹正会員 工博 東北大学教授 大学院情報科学研究科 (〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉)

²正会員 工修 (財)計量計画研究所 経済研究室 (〒162 東京都新宿区市ヶ谷本村町2-9)

³正会員 工博 東北大学助教授 大学院情報科学研究科 (〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉)

⁴正会員 情修 国際航業(株) 関西技術所 (〒660 尼崎市西長洲町1-1-15)

港湾計画のための外貿貨物量予測においては、各国の経済モデルを結びつける交易係数予測モデルの開発が重要である。この目的のために最も有用なデータは国連貿易統計であるが、これには物量データの欠落や不斉合問題があり、このままでは多くの品目で推定不能となる。本研究では、まずこの不斉合問題に対し、価額と物量を推定する方法を提案する。これによって推定された単価データを用いて、交易係数を予測するロジットモデルの構築を行った。このモデルを米国から日本への貿易に適用し、モデルの妥当性と適用性を明らかにした。

Key Words : *international trade flow, trade coefficients, logit model*

1. 背景と目的

従来の港湾計画のための外貿貨物の需要予測は、自国の品目別のトレンド分析、あるいはGDP、最終部門との相関分析で行われてきた。しかし、近年は多国籍企業の活躍、経済協力や多国間市場統合など経済のグローバル化が進み、貿易が各国産業間での相互依存関係の上で行われるようになってきている。更には発展途上国の急激な経済成長もあり、近い将来には国際的により緊密な相互依存関係を持つ貿易になることが予測される。このような貿易構造の変化により、従来の自国の事情のみを考慮に入れた需要予測モデルでは対応できなくなっている。したがって、貿易を一国の枠を超えた世界経済構造の一部と考え、国際的な各国相互依存関係を考慮した需要予測モデルを開発する必要がある。

国際的相互依存関係を考慮した貿易に関する研究は、純経済理論的な貿易論から始まり、実用的な貿易モデルが注目を集めるようになったのは1970年代以降である。それは電子計算機の発達と共に整備が進んだデータを背景に世界経済モデル、貿易連関モデルとして、1970年代後半から1980年代以降急速に開発されてきた。しかしその全ては経済学の分野の研究者によるものであるため、その関心の中心は経済政策の評価にあり、そのモデルの多くは国別の総輸

出入額を求めるものである。また産業、商品分割したものでも、その扱う商品分類、産業分類も我々が貨物流動予測に必要な部門数とはほど遠く、使用できるモデルはほとんどないといえる。

本研究の最終目標は中期の港湾計画に適用できる国際相互依存関係を考慮した多国間貿易量予測モデルの開発であるが、本論文では、まず交易係数予測モデルの開発を行う。このモデルの適用にあたっては、国連貿易統計が最も有用なデータであるが、このデータには物量データの欠落や不斉合問題があり、そのままでは交易係数の推定が不能な品目が多く発生する。そこで、これらの不斉合問題に対処して全品目の単価を推定する方法を提案し、モデルの適用性を向上させることも目的としている。

2. 従来の研究と本研究の考え方

(1) 本研究の位置づけ

世界経済の動向の予測・解析を目的として様々な多国間モデルが開発されている。そのモデルはいずれも図-1に示すような国内経済モデルと貿易連関モデルを組み合わせたモデルである。貿易量予測のためにはこの全体モデルを開発する必要があるが、本研究ではその一部分として、貿易連関モデルの各国間の交易係数を予測するモデルの開発を行う。

表-1 多国間貿易マトリックス

		輸入国 r					輸出計
輸出 国 S	X ¹¹	X ¹²	・	・	X ¹ⁿ	X ¹	
	X ²¹	X ²²	・	・	X ²ⁿ	X ²	
	・	・	・	・	・	・	
	・	・	X ^r	・	・	X ^r	
	・	・	・	・	・	・	
輸入計	M ¹	M ²	・	M ^r	・	M ⁿ	XW

$$\text{貿易シェア}(a^{sr}) = \frac{\text{sr国間貿易額}(x^{sr})}{\text{r国輸入額}(M^r)}$$

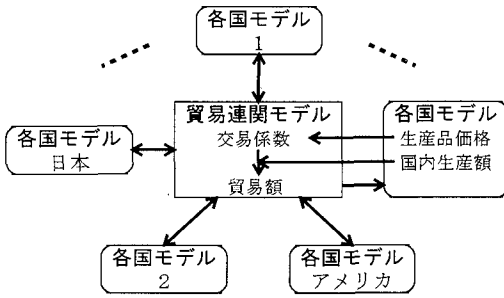


図-1 貿易需要予測モデル全体図

(2) 従来の貿易連関モデル

貿易連関モデルの基本的役割は国際間の貿易フローを、世界全体の総輸出と総輸入とが等しいという整合性を保ちながら決定することである。その基本となる枠組みが表-1に示す貿易マトリックスである。従来のモデルは方法や手順によって四種類に分類される。

- ①貿易シェアマトリックスを直接推定する方法
(コンスタントシェア接近法, Taplin接近法, 森口接近法)
- ②各国の総輸出入 X^s, M^r を推定して, RAS法などによって2国間貿易に配分する方法
(Klein-Peeterssen接近法, Samuelson・栗原接近法)
- ③2国間貿易フローの個々について輸出入関数を推定し, その式により直接求める方法
(大西接近法, WECOM接近法)
- ④各国の輸入データから交易係数を推定する方法
(レオンチェフ, 佐々木)

港湾計画のためには、10年程度先の外貨貨物の需要量を少なくとも運輸省港湾調査分類表の中分類54品目別に予測する必要がある。現在日本と交易のある国は輸出100万トン、輸入1,000万トン以上に限定しても23カ国に上る。そこで、このような国数、品目、期間を対象としたモデル開発という観点から、従来のモデルの評価を行う。

①のコンスタントシェア接近法は、実際の各国間の貿易額に基づき貿易シェアを求め、これが時間によって変化しないとする方法であるが、中期予測においてはシェアが不変とは考えられない。Taplin接近法は相対価格、森口接近法は相対価格と相対輸出能力で基準年の貿易シェアを修正する方法であるが、国別、品目別に輸出関数を定義してシェアを推定するのは、方程式の数が膨大になり困難である。

②のKlein-Peeterssen接近法, Samuelson・栗原接近法とも、総輸出を相対価格と供給国の規模要因で説明し、この総輸出と各国のマクロモデルで先決している総輸入と共に貿易マトリックスの周辺部分を

固め、RAS法などで2国間貿易に配分する方法である。しかし、機械的な収束計算を用いていることから理論的ではない。

③の大西接近法, WECOM接近法では、相対価格、供給能力などを説明変数として2国間の輸出関数を定義する。特に大西接近法は、輸出先が先進国か、発展途上国か、社会主義国かに応じて特有な変数を取り込む工夫がなされていることから、2国間の貿易をその特性を反映する変数で説明でき、より正確に各国間の相互依存関係を分析できるという長所を持つ。しかし、多国間の品目別に関数を設定するのは、方程式の数が膨大になり困難である。

④における交易係数の推定は、個別のシェアを求めるという意味では①と同様であるが、産業連関を考慮できる点で異なる。レオンチェフは時系列データから予測時点の交易係数を暫定的に定め、それを貿易収支、外貨準備、国際収支などの外部評価指標で整合性を保つように修正する方法を提案した。佐々木は交通の一般化費用、生産要素費用、生産要素費用、供給条件を含んだ効用関数を用いた交易係数の推定方法を提案している。交易係数を用いることにより各国の産業連関構造を反映することができ、理論的、整合性において優れたモデルといえる。しかし、その交易係数の予測には確立された方法は存在しない。レオンチェフの方法は各国の総輸出入を求める方法であり我々のモデルには適用できない。佐々木の効用関数を用いた交易係数の予測方法は、理論的根拠は明確であり、データ取得の容易さからも有力な方法と思われる。

本研究では、国際相互依存関係を考慮でき、また多国間、多品目であってもモデルの整合性を保てるといった観点から④のモデルを採択した。このモデルで重要かつ中心となるのが交易係数の予測である。

(3) 従来の交易係数予測モデル

交易係数とはMoses-Chenery型地域間産業連関表において導入される係数である。交易係数 t_{sr} の定義は「r国のi財に対する総需要の内s国のi財に対

する需要の割合」である。上記で述べたように交易係数の正確な予測は交易量の予測に役立つだけでなく、各国モデルの生産品価格の予測精度にも影響することになる。そこで、まず従来の交易係数の予測モデルについてレビューする。

①RAS法を用いる方法（(財)高速道路調査会¹⁾）

この方法は交易係数を直接予測するものではないが、現在パターンを修正するものとして用いられる。基準年次の交易係数と他のモデルにより求めた予測年次の総需要額を基に、交易額の行・列和が総需要額に一致するようにRAS法により交易係数を修正する。さらに、交易係数の列和が1になるよう比例配分により修正する。しかし、収束計算により求めるという点で理論的でなく、また貿易構造変化に対応しきれないことは明かである。

②RAS-Adjusted-Gravityモデル（Liew-Liew²⁾）

このモデルは交易マトリックスを基本的枠組みとして考えるモデルで、交易係数を用いたモデルではないが、交易係数を用いたモデルへの変換も可能と思われる。まずグラビティモデルによって交易マトリックスを作成し、この交易マトリックスと地域内産業連関表の列和・行和の一致性を保つようにRAS法により修正する。しかし、グラビティモデルにおいて地域の産出能力が先決変数として与えられなければならない、地域の産出能力と地域間交易との相互依存関係を考慮できない。

③エントロピーモデル（Wilson³⁾）

エントロピー理論を交通問題に応用した研究は多い。これはエントロピーモデルは操作性が高く、交通経済学の分野との理論的整合性が取りやすいことが大きな理由となっている。小林⁴⁾はエントロピー理論と都市・交通モデリングへの適用をMPS(most probable state)分析を中心とする最近の研究成果を概括している。しかし、エントロピーモデルの適用例の全ては人流を中心とした一般の交通現象を扱ったもので物流に応用した例はない。この理由は定かではないが、物流は多くの異なる特性をもつ多くの品目を取り扱うため、単純な費用最小化等のルールでバイアスを最小にするパラメータを推定しても時系列的に安定した結果が得られないことによると考えられる。また、エントロピー概念に関する解釈の難しさも適用のしにくさにつながっている。

④ CGEモデル

物流問題に関して、近年マイクロ経済学を基礎とし、ICGE(Interregional Computable General Equilibrium)モデルやSPE(Spatial Price Equilibrium)モデルが研究されて多くのモデルが提案されてい

る⁵⁾。これらの研究の特徴は理論的に整合性がとれており、多くの変数を持つ、また非線形の問題を、数学的にきれいに扱えることである。しかし、この特徴がまた、このアプローチの最大の弱点となっている。すなわち、CGEモデルは比較静学分析のみであれば良いが、現実の世界で物流の一般均衡を考慮するためには（代替性のために）異なる財を同時に扱わなければならない。しかし問題を数学的に解くためにはせいぜい3つの財しか同時には扱えない。また、地域間の均衡を扱う場合もたとえ輸送費を距離に比例させるように単純化しても式が非常に複雑になり、計算上同時に扱えるのはせいぜい2、3地域に落ち着いてしまう。したがって、理論的な定式化をCGEで行ったとしても、結局はパラメータ推定の段階においては、重回帰分析か後記のロジットモデルといった形のモデルに帰着せざるを得ない。

⑤ロジットモデル（佐々木⁶⁾）

交易係数がある個人があらゆる地域の商品から特定の国の商品を選択する選択確率として捉え、その個人の選択行動としてモデル化するものであり、効用関数は価格差、習慣要因を説明変数とした線形関数としている。この効用関数のランダム項の分布形をガンベル分布と仮定することでロジットモデルが導出される。交易係数を選択確率と考えることで交易係数は0以上、かつ列和が1という定義が満たされる。また、多国間モデルにおいても方程式の数は国別、品目別で済む。ロジットモデルは理論的であり、また扱い易さにおいても他のモデルに比べ秀でているといえる。

以上のことから、本研究においてはロジットタイプの交易係数予測モデルを開発することとした。

（4）貿易構造の考え方

交易係数予測モデルの開発にあたり貿易構造について考えておく。貿易構造は価格に注目すると、次の2つの取引が考えられる。

①多国間絶対価格差による取引

ある国の商品を同時期に別の国で売り、各国間の価格差により利潤をあげる取引である。現在、一般的にはこの取引が行われていると考えられる。

②国内相対価格による取引

A国、B国の二国間貿易を考える。それぞれの国には国内相対価格の高い商品と低い商品がある。A国の国内相対価格が低いものをB国で売り、その利益でB国の国内相対価格が低い商品を買入れ、A国で売却することにより各国間の絶対価格に関わらず商社などは利潤をあげることができる。

表-2 効用関数の特性変数の組合せ

モデル	前期価格項	今期価格項	価格比対数化
1	○	×	×
2	×	○	×
3	○	○	×
4	○	×	○
5	×	○	○
6	○	○	○

このような取引は実際にはバーター貿易（物々交換）といった形で存在している。また貿易不均衡問題が生じたときにもこのような取引により調節が行なわれていると考えられる。

本研究では、品目毎に独立したモデルを構築できる①の多国間絶対価格差による交易をモデル化することとした。

3. 交易係数予測モデルの開発

(1) 効用関数

多国間絶対価格差による取引において、ある交易国の商品1単位を選択することで得られる効用の大きさを規定する要因として次の2つを考える。

①相対価格：自国に対する相手国商品の相対価格

②習慣要因：前期の交易係数

輸出入契約から貿易輸送の間には輸出入実務の期間が費やされる。価格要因によって交易国が選択される場合、今期の交易は前期の価格差に基づいて選択されることも考慮されなければならない。よって、①の相対価格差については、今期の価格差だけでなく、前期の価格差についても考慮する。以上より、効用関数として式(1)のような線形関数を考える。

$$U_i^{rs} = \alpha_i^{rs} + \beta_i^{rs} \frac{p_i^{r,t-1}}{p_i^{s,t-1}} + \gamma_i^{rs} \frac{p_i^r}{p_i^s} + \delta_i^{rs} t_{i,t-1}^{rs} + \varepsilon_i^{rs} \quad (1)$$

ここで、 U_i^{rs} ：r国でs国のi品目を選択する効用

$P_i^{r,t-1}$ ：i品目のr国での前期の価格

P_i^r ：i品目のr国での価格

$t_{i,t-1}^{rs}$ ：s,r国間のi品目の前期の交易係数

$\alpha_i^{rs}, \beta_i^{rs}, \gamma_i^{rs}$ ：選択者・選択肢固有パラメータ

δ_i^{rs} ：選択者固有パラメータ

ε_i^{rs} ：ランダム効用（誤差項）

モデルは、前期価格項と今期価格項のいずれかをを用いる場合、両者ともを用いる場合の3種類の効用関数を考える。さらに、価格比が極端に大きい場合の影響を小さくするため、価格比の自然対数を取り、式(2)のような効用関数も考える。

$$U_i^{rs} = \alpha_i^{rs} + \beta_i^{rs} \ln \left(\frac{p_i^{r,t-1}}{p_i^{s,t-1}} \right) + \gamma_i^{rs} \ln \left(\frac{p_i^r}{p_i^s} \right) + \delta_i^{rs} t_{i,t-1}^{rs} + \varepsilon_i^{rs} \quad (2)$$

これらの組み合わせにより、表-2に示す6種類の効

用関数を持つモデルを設定した。

(2) ロジットモデルの導出

式(1)は、式(3)のように確定項と確率項（ランダム効用項）に分けて表すことができる。

$$U_i^{rs} = V_i^{rs} + \varepsilon_i^{rs} \quad (3)$$

ここで、ランダム効用項 ε_i^{rs} の分布形にガンベル分布を仮定することにより、式(4)に示すロジットモデルが導出される。

$$t_i^{rs} = \frac{\exp(V_i^{rs})}{\sum_q \exp(V_i^{rq})} \quad (4)$$

なお、このモデルを粗い品目分類で適用すると、品目によっては0か1に収束してしまい、予測年度が長期化するに従い完全に分業化された世界が形成される。これは効用関数の性質にあり、慣性要因がプラスに作用する産業においては、相対価格が開くほど、一方の国に依存する結果となる特性をもつためである。実際には個々の商品別では一方の国に偏るといってあっても、商品の集まりとしての品目別では各商品が集積し、そのような偏りを打ち消し合うことになる。したがって、本モデルの適用に当たっては方程式の数や精度を考慮した上でできるだけ細かな品目分類を用いる必要がある。

4. 貿易単価の推定

(1) 国連貿易統計の不斉合問題

各国の通関統計を基礎とする国連貿易統計では、一般に輸出はFOB（Free On Board：本船渡し）価格、輸入はCIF（Cost, Insurance and Freight：運賃、保険料込み）価格で示される。この場合、輸出国側のFOB額に運賃及び保険料を加えた額が輸入国側のCIF額に一致し、その量も一致するはずである。しかし、実際の国連貿易統計ではこれらが著しく相違している。これがいわゆる国連貿易統計の不斉合問題である¹²⁾。さらに、物量データが欠落している場合や物量単位が重量、容積、個数など統一されていないため、このままでは交易係数推定に用いる単価データを得ることができない。

このような不斉合が生じる大きな理由として次の2つが考えられる。

①仲継貿易の統計上の取扱の相違

日本では仲継貿易は計上しないが、シンガポール、韓国など仲継貿易を計上する国も多い。

②輸出国側と輸入国側の申告品目の相違

例えば、日本で「とうもろこし」を輸入する場合、「食料」とすると10%の関税が掛かるが、

表-3 s r 国間貿易マトリックス

	輸入国 r での品目 j					輸出計
輸出 国 s の 品 目 i	v_{1j}^{sr}	v_{2j}^{sr}	・	・	v_{mj}^{sr}	X_j^{sr}
	v_{1j}^{sr}	v_{2j}^{sr}	・	・	v_{mj}^{sr}	X_j^{sr}
	・	・	・	・	・	・
	・	・	v_{ij}^{sr}	・	・	X_i^{sr}
	v_{1j}^{sr}	v_{mj}^{sr}	・	・	v_{mj}^{sr}	X_m^{sr}
輸入計	M_i^{sr}	M_j^{sr}	・	M_j	M_m^{sr}	XW^{sr}

$$\text{係数}(a_{ij}^{sr}) = \frac{\text{s国i品目r国j品目貿易額}(v_{ij}^{sr})}{\text{r国i品目輸入額}(M_i^{sr})}$$

「飼料」とすれば無税となるため、輸出国では食料、日本では飼料として計上される可能性がある。また、輸出奨励金などが絡む場合にはその品目に集中することが考えられる。すなわち、表-3に示す2国間貿易マトリックスにおいて、本来対角項 v_{ij}^{sr} のみ値を持つはずのものが v_{ij}^{sr} も値を持つことになる。

①の問題については、仲継貿易を区別したデータが入手できれば修正可能であるが、その入手は極めて困難であるため、仲継貿易を計上しない相手国の統計を利用するなどして仲継貿易を控除する必要がある。なお、今回は仲継貿易を計上しない国同士の貿易を対象とするため、この問題は考慮していない。

②の問題については、異なる品目として計上される分を推計することにより修正が可能である。

(2) 貿易価額及び物量の推計方法

ここでは、輸出入品目の相違を考慮し、国連貿易統計データを基にRAS法を用いて貿易価額及び物量を推計する方法を示す。推計フローは図-2に示すとおりである。

- ①本研究では海上貨物を対象とするため、航空貨物を控除する。
- ②輸出FOB価額に海上運賃、保険料を加算してCIF価額 X_i^{sr} に変換する。
- ③係数 a_{ij}^{sr} の初期値として、輸出国sと輸入国rで品目が変わる可能性がある場合 $a_{ij}^{sr} = \lambda$ (λ は十分小さな値)、ない場合 $a_{ij}^{sr} = 0$ とおき、行和・列和が1となるように a_{ij}^{sr} を調整する。
- ④価額 v_{ij}^{sr} の初期値として、 $v_{ij}^{sr} = a_{ij}^{sr} \times M_i^{sr}$ を求める。
- ⑤価額 v_{ij}^{sr} の列和・行和が基準値 M_j^{sr}, X_i^{sr} に一致するようRAS法を用いて、 v_{ij}^{sr} を更新する。
- ⑥推定された価額 v_{ij}^{sr} と輸入価格単価 p_j^{sr} から物量の初期値 $w_{ij}^{sr} = v_{ij}^{sr} / p_j^{sr}$ を与える。
- ⑦収束計算の基準 W_i, W_j 値としては輸出入物量を用いるが、データが欠落している場合は w_{ij}^{sr} の列

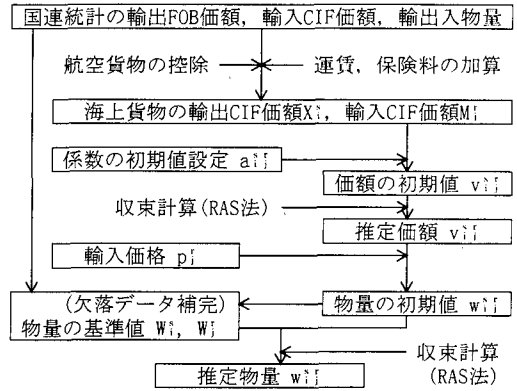


図-2 貿易価額及び物量の推計フロー

和または行和で補充する。

⑦価額と同様、RAS法を用いて、 w_{ij}^{sr} を更新する。

以上の収束計算により推定した価額及び物量の対角項 v_{ij}^{sr}, w_{ij}^{sr} より、欠落データを含む全ての品目で単価 $p_j^{sr} = v_{ij}^{sr} / w_{ij}^{sr}$ が推定可能となる。

5. 適用例

(1) モデルの適用条件及びデータ

本モデルの適用例として、米国から日本への貿易を対象とした。貿易価額・物量推計の際の品目分類はSITC（国連国際標準分類）のR2.3桁コード234品目を用いるが、前期交易係数を求める際に必要となる国内交易額に使用する産業連関表の品目分類や最終的に求めたい運輸省港湾統計の54品目との関係から、131品目分類で交易係数を推定する。パラメータの推計には1978～1987年の10年分のデータを使用する。

航空貨物の控除にあたっては、日本関税協会「外国貿易概況」より品目別の航空貨物率を求める。

海上運賃は運輸省の運輸実績データを用いる。このデータは日本船のみのため、外国船の場合も物量当たりの運賃率は同じとして貿易統計物量に運賃率を乗じて求める。ただし、物量データが欠落している場合はその品目の海上運賃は0として扱う。外国船を含めた海上運賃の推定方法は今後の課題である。

保険料は保険金額（一般に輸入CIF価額の110%）に標準料率（1年：0.25%）と国別料率（例えば米国では0.5倍）、保険条件（オールリスクの場合2倍）を乗じて求める。

物量の初期値を求める際に使用する輸入価格は、海事産業研究所の価額及び物量データより求める。ただし、このデータは5年毎であるため、'78～'82年

表-4 価額推定結果の一部

(1980年, 単位:\$100,000)

米 輸出品目	日本輸入		81 飼料	推計 輸出価額	統計 輸出価額
	44 とうもろこし	45 その他の穀物			
44 とうもろこし	17718	3	1061	19273	18649
45 その他の穀物	0	5699	233	6041	5848
81 飼料	0	0	1390	2487	2401
推計輸入価額	17718	5701	2853		
統計輸入価額	17718	5701	2853		

表-5 物量推定結果の一部

(1980年, 単位:1,000M/T)

米 輸出品目	日本輸入		81 飼料	推計 輸出価額	統計 輸出価額
	44 とうもろこし	45 その他の穀物			
44 とうもろこし	11384	2	337	11825	10961
45 その他の穀物	0	3744	54	3814	3536
81 飼料	0	0	906	1306	1211
推計輸入価額	17718	5701	1348		
統計輸入価額	17718	5701	欠落		

表-6 価格項パラメータの符号条件適合品目の総額比及び品目数

総額比 (品目数)

パラメータ	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
前期価格項 β	33.9% (64)		33.9% (55)	33.1% (61)		38.3% (60)
今期価格項 γ		57.4% (66)	59.9% (69)		58.8% (70)	62.2% (73)
β, γ のいずれか			64.9% (89)			68.8% (94)

の推定には'80年, '83~'87年の推定には'85年のデータを使用する。

収束計算の初期値を与える λ について検討した結果, 対角項 a_{ii} の値が小さくなると収束しにくくなること, 本来対角項は1に近いはずであることを考慮して $\lambda=0.0001$ とした。収束条件は, 各品目の列和・行和の基準値に対する絶対誤差率の和と前回の和の差が10%以下となったとき終了とした。

(2) 貿易価額及び物量の推計結果

価額及び物量の推計結果の一部を表-4,表-5に示す。これにより, 米国側でとうもろこしとして輸出されたものが日本側で飼料として計上されている, といった品目のずれを示すことができた。また, 国連貿易統計上で欠落していた物量についても推計でき, 全ての品目で単価データを作成できた。

なお, 推定価額及び物量行列の対角項 v_{ii}, w_{ii} が0となる品目があった。これらの品目についてはダミーとして各推定行列の列計を与えた。

(3) 交易係数の推定結果

推計した単価データを用い, 131品目毎に'79~'87年('78年は'79年の前期データとして使用)の9年分について最小自乗法によりパラメータ推定を行った。

a) 価格項パラメータの符号の検討

価格項の値は自国 r より相手国 s の価格が安いと1より大きくなり, この値が大きいかほど相手国の商品を選ぶ効用が高くなることから, 価格項のパラメータ β^r, γ^s は正の値をとるはずである。各効用関数について β^r, γ^s が正となった品目の総額比及び品目数を表-6に示す。総額比は各項目のパラメータが正となった品目の日本側輸入CIF価額の全品目の価額に

対する比率であり, 各年の価額を総計して求めた値である。

まず, 対数をとっていないモデル1~3について比較する。パラメータが正になるのは総額比で前期価格項のみのモデル1が34%であるのに対し, 今期価格項のみのモデル2では57%となり, 今期価格項の方が妥当性が高いと考えられる。しかし, 両者とも取り入れたモデル3において, いずれかが正になる場合まで考慮すると64.9%(131品目中89品目)となることから, 品目に応じて今期価格と前期価格を使い分けてモデルを再構築することにより, より多くの品目で符号条件の適合したモデルが作成できる可能性がある。この傾向は常用対数をとったモデル4~6でも同様であり, 前期価格項と今期価格項を用いることにより, 価格のタイムラグを考慮できるものと思われる。

価格項に常用対数をとったモデル6と常用対数を取らないモデル3を比較すると, モデル6の方が総額比で4%, 品目数で6品目多くっており, 常用対数を取った方が良い結果が得られた。

b) モデル及び各パラメータの有意性の検討

重回帰式および各項の有意性について, 各効用関数を検定した結果を表-7に示す。ただし, パラメータの符号は考慮してない。

各タイプのモデルとも有意な結果が得られた品目が少なく, 悪い結果となった。価格項パラメータの符号を正に限ると, 品目は更に少なくなる。これらのモデルは多国間絶対価格差による貿易をモデル化したものであることから, 価格要因項の有意性が得られた品目では, 多国間絶対価格差を中心とした取引が行われているといえる。その他の品目は絶対価格差だけでは説明できないことを示しており, 国内相対価格差などの要因を考慮する必要がある。

表-7 パラメータのt検定及びモデル式のF検定合格品目の総額比及び品目数

		総額比 (品目数)					
有意水準		モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
前期	1%以下	1.5% (2)		1.8% (2)	0.1% (2)		0.1% (3)
価格項	5%以下	15.9% (7)		3.3% (8)	16.1% (9)		0.9% (8)
β	10%以下	18.9% (21)		4.6% (12)	20.2% (20)		4.2% (17)
今期	1%以下		2.0% (5)	4.5% (6)		8.6% (5)	1.5% (4)
価格項	5%以下		25.5% (14)	12.6% (9)		25.1% (12)	10.7% (9)
γ	10%以下		37.8% (20)	26.9% (21)		35.2% (24)	25.1% (19)
習慣	1%以下	6.0% (15)	9.3% (11)	11.3% (13)	5.2% (13)	9.9% (12)	9.3% (11)
要因項	5%以下	19.9% (32)	29.5% (33)	16.3% (26)	22.9% (36)	28.4% (29)	15.0% (24)
δ	10%以下	30.8% (48)	37.5% (50)	13.2% (42)	33.0% (51)	42.2% (47)	23.4% (40)
F値	1%以下	15.7% (13)	23.1% (12)	17.6% (11)	14.3% (12)	22.6% (12)	11.8% (11)
	5%以下	19.3% (25)	33.9% (30)	31.1% (26)	27.0% (29)	34.1% (31)	28.9% (23)
相関係数	0.95以上	0.7% (4)	3.1% (5)	6.3% (9)	0.1% (4)	3.1% (5)	3.2% (7)
	0.90以上	15.5% (11)	20.1% (9)	26.9% (21)	3.5% (8)	22.6% (12)	27.2% (19)
R	0.80以上	19.3% (25)	34.9% (29)	47.3% (48)	16.6% (28)	33.1% (27)	43.2% (50)

表-8 t^N の絶対誤差率別取引価額の総額比

MAPE	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6
10%以下	52.1%	60.0%	57.6%	52.5%	59.8%	60.2%
20%以下	72.9%	76.6%	79.5%	72.7%	75.9%	79.2%
30%以下	83.2%	86.0%	87.5%	82.3%	86.2%	88.2%
40%以下	90.9%	90.0%	92.8%	91.2%	89.8%	92.9%
50%以下	94.0%	93.2%	95.4%	94.1%	93.6%	95.5%

c) 交易係数のパーシャルテスト

交易係数の推定結果の妥当性を検討するため、パーシャルテストを行った。

米国から日本への交易係数 t^N 推計値の観測値に対する絶対誤差率MAPEがある範囲内にある品目の'78年～'87年の取引価額累計の総額比を表-8に示す。各モデルともほぼ同様の絶対誤差率分布となっており、許容誤差率を30%以内とすれば80%以上の品目が含まれ、比較的良好な結果といえる。6つのモデルの中ではモデル6が最も良い結果となっている。

次に、各年毎の交易係数の経年変化の再現性をみるため、例として、「飼料」、「無機化学薬品」、「その他の一般機械」の交易係数 t^N の観測値とモデル6による推定値の推移を図-3に示す。飼料とその他の一般機械の誤差率は各年とも比較的小さく、良好な推計結果が得られた。無機化学薬品の交易係数は激しく変動しており、誤差率の最大は46%と大きくなっているが、経年変化の傾向は再現されている。他の品目においても、急激な変動に対して無機化学薬品のように追従が遅れる傾向にあるが、経年変化の傾向はよく再現されており、全般的に良好な推計結果が得られた。'82年前後に誤差率の大きい品目が多く見られたが、これは世界同時不況や日米貿易摩擦などが影響しているものと思われる。一方、'85年以降は為替変動が大きかったものの誤差率は比較的小さく、比較的良好な推定結果となった。

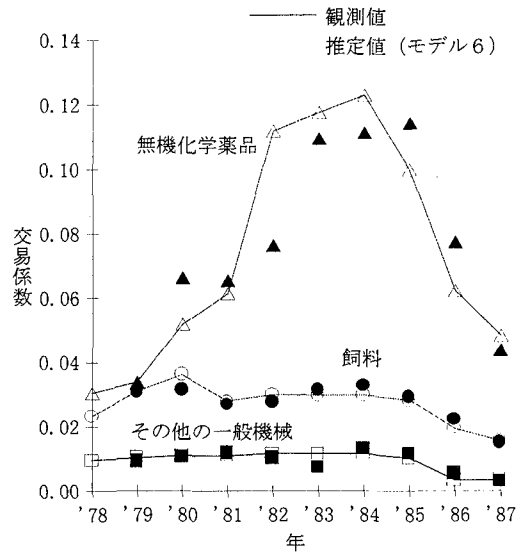


図-3 交易係数 t^N の推定値と観測値

6. 結論

本研究では、港湾貨物量予測のための多国間モデルにとって重要な交易係数予測モデルを開発し、さらに統計データの不斉合問題への対処方法を提案した。本研究の成果をまとめると以下のとおりである。

- ① 価額及び物量推定モデルの導入により、交易係数の推定がすべての品目について可能となった。
- ② 前期価格項を効用関数に導入したことで、より多くの品目でパラメータの符号の適合するようになった。
- ③ 商品別の分類により品目別の取引の偏りが除かれ、そして交易係数の推定精度が改善された。

しかし、パラメータ推定結果は多くの品目で有意で

はなかった。本研究で未解決の課題は以下のとおりである。

- ①国内交易係数は多くの品目で0.9を超える。この大きい規模に対して小さい係数を予測するため、交通計画におけるCaptive層のような取り扱いが必要であろう。
- ②供給規模能力、または比較生産費説に基づく国内相対価格差を考慮すべきであるが、それらの考慮範囲やデータの入手限界を明らかにする必要がある。
- ③外国船込みの海上貨物運賃を求めるとき、国連貿易統計の物量欠落データを使用した。よって、海上貨物運賃の別系の推定方法が必要とされる。
- ④推定価額及び物量行列の対角項 v_{ii}, w_{ii} が0となる品目があった。よって、収束計算の拘束条件や初期値の与え方において改良が必要である。

参考文献

- 1) (財) 高速道路調査会：東京湾横断道路の経済社会波及効果の予測に関する研究 その2, 1978.
- 2) Chong K. Liew and Chung J. Liew : Multimodel Multinomial Multioutput Multiregional Variable Input-Output Model, *Regional Science and Urban Economics*, 14, pp.265-28, 1984.
- 3) Chong K. Liew and Chung J. Liew : Measuring the Development Impact of a Proposed Transportation System, *Regional Science and Urban Economics*, 14, pp.175-198, 1984.
- 4) Chong K. Liew and Chung J. Liew : Measuring the Development Impact of Transportation System, *Regional Science and Urban Economics*, 25, No.2, pp.241-258, 1995.
- 5) Wilson: *Entropy in Urban and Regional Modelling*, 1970.
- 6) 小林潔司：エントロピーモデリングの地域・都市モデルへの応用，土木計画学研究・講演集，No.10, pp.291-298, 1987.
- 7) David F. Batten : *Combinatorial Trade Modelling: Retrospect and Prospect*, Proc. of JSCE, No.440/IV-16, pp.1-11, 1992.
- 8) John R. Roy: *Towards a Modelling Framework for Interregional Infrastructure Planning*, Proc. of JSCE, No.518/IV-28, pp.1-12, 1995.
- 9) Sasaki, K.: *A Synthetic Approach to the Specification to a Multiregional Model*, *The Annals of Applied Information Science*, Vol.11, No.2, pp.1-25, 1986.
- 10) Sasaki, K., Shinmei, M. and Kunihisa, S.: *Multiregional Model with Endogenous Price System for Evaluating Road Construction Projects*, *Environment and Planning A*, Vol.19, No.8, pp.1093-1114, 1987.
- 11) 石井秀明：世界経済モデルにおける国際相互依存システム，季刊創価経済論集，Vol.11, No.2, pp.81-99, 1981.
- 12) 稲村 肇，松本 徹：国連貿易統計の不斉合問題に関する考察，土木学会年次学術講演会講演概要集，No.47, pp.364-365, 1992.
- 13) 河野達仁，角田哲史，稲村 肇：国際貿易における交易係数予測モデルの開発，土木計画学研究・講演集，No.15(1), pp.411-417, 1992.
- 14) 竹村洋之，河野達仁，稲村 肇：国際貿易における交易係数予測モデルの開発，土木計画学研究・講演集，No.17, pp.551-554, 1995.

(1996.8.8 受付)

A MID-TERM FORECASTING OF TRADE COEFFICIENTS FOR AN INTERNATIONAL TRADE FORECAST MODEL

Hajime INAMURA, Tatsuhito KOUNO, Yoshiyuki TOKUNAGA
and Hiroyuki TAKEMURA

In order to estimate the international trade flow, it is necessary to build a trade coefficient estimation model in conjunction with each domestic econometric model. The trade statistics published by United Nation is the most valuable data for this purpose, however, it has many problems to use directly. This paper first discusses the reasons behind of the inconsistency of the data and missing data, then, proposes a model for data adjustment. The paper next proposes a model to estimate trade coefficients in the future. Applying the model to the trade between United State and Japan, the validity and applicability of the model have confirmed.