

船社の国際輸送サービス生産構造を考慮した国際貿易予測モデル*

Development of International Trade Prediction Model Considering Transport Service Production Structure*

石黒一彦**・稲村肇***

By Kazuhiko ISHIGURO**・Hajime INAMURA***

1. はじめに

古典的貿易モデル、およびその発展形である新貿易理論はその対象のほとんどが最終消費財の輸出入にあり、中間財貿易にはほとんど注意が払われていない。中間財も含めた多品目の貿易を、各国の産業構造、貿易構造を踏まえて同時に分析できる手法に地域間産業連関分析がある。これは現象記述としては非常に有用であるが、貿易において考慮すべき要因である品目間の代替性を考慮できない。空間応用一般均衡(SCGE)体系は、生産要素や生産された財の市場における需給均衡点を求めることにより、多地域の各地域における生産、消費、政府行動等を推定するものである。これは理論的に整合性の高い体系となっており、地域間産業連関モデルが抱える問題も解決されるため、非常に有用な手法である。

輸送需要の増大に伴い、船社の規模は必然的に大きくなり、競争や協調の形態も変化してきた。これら変化は世界の貿易において無視することのできない影響を与えるに至っており、貿易予測においては生産者や消費者の行動のみならず、船社の行動をも考慮する必要性が生じてきた。最近 SCGE モデルは適用例が数多く報告されているが、以上のような輸送業者の行動を適切に表現したモデルはない。

本研究では船社の投入構造と輸送サービス生産構造を明確にした上で、それらを明示的に取り込んだ空間一般均衡モデルを開発することを目的とする。また、モデルを日米 EU アジアの4地域間の貿易に対して適用し、船社の大型化、船舶大型化の影響を計測する。

2. 船社の行動のモデル化

(1) 需要と運賃

船社の生産するサービスは輸送であり、その需要は財貿易である。図-1はアジア北米間のコンテナ定期航路における流動量と運賃の推移を示したものである。流動量の伸びだけでなく、運賃の上昇も著しい。1997年から1999年にかけて、30%程度の需要変動に対し、運賃は50%以上変化している。これより船社の輸送サービス供給曲線の傾きは非常に大きいと推測される。輸送需要が多く積載率が非常に高い状況下では、コンテナ繰りが困難になること、港湾荷役や航行のスピードアップが要求されることなどがコストアップ要因となり、限界費用が高くなる。船舶の建造には多大な日数を要し、容易に供給量を増加させることができないため、運賃が高い水準に止まることになる。

船社のサービス生産に必要な資本費用が大きいことも原因と考えられる。平成12年度の邦船3社の海運業費用に占める資本費用(船舶減価償却費、借船料)の比率は、平均で47.8%にも上っている。固定費である資本費用の比率が高い場合、損益分岐点から操業停止点までが遠いため、損益分岐点を多少下

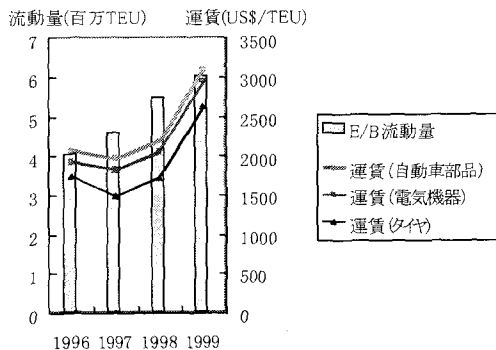


図-1 アジア北米コンテナ定期航路東航の流動量と運賃

*キーワード: 港湾計画, 物資流動, 貿易予測

**正会員 修(情報) 東北大学大学院助手 情報科学研究科

(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06

TEL: 022-217-7496; E-mail: ishiguro@plan.civil.tohoku.ac.jp)

***フェロー会員 工博 東北大学大学院教授 情報科学研究科

回っても操業を停止するには至らず、損失を覚悟で生産を行うことになる。その場合でも資本比率が高く固定的であること、輸送頻度減少はサービスレベル低下につながり顧客を失うことなどにより、運賃が大幅に低下しても生産量をできるだけ維持する。

(2) 生産関数

船社の生産関数は、生産量が増加するに従って限界費用が高くなることと、固定的な最低生産量が存在することを表現する必要がある。ここでは、式(1)のような CES 型関数を想定する。また、船社は利潤最大化行動をとるものとする。

$$T = v_T \left(\sum_i \sum_r (a_{ir}^T x_{ir}^T)^{(\sigma_T-1)/\sigma_T} + (K_T + \bar{K}_T)^{(\sigma_T-1)/\sigma_T} + L_T^{(\sigma_T-1)/\sigma_T} \right)^{\sigma_T/(\sigma_T-1)} \quad (1)$$

T : 船社の輸送サービス生産量

x_{ir}^T : 船社の r 地域産 i 財の投入量

K_T : 船社の流動的資本投入量

$\bar{K}_T$: 船社の固定的資本投入量

L_T : 船社の労働投入量

α, η : パラメータ

$$\max \pi_T = CT - \sum_i \sum_r p_i^T x_{ir}^T - \rho_T K_T - \rho_T \bar{K}_T - \omega_T L_T \quad (2)$$

C : 単位運賃

p, ρ, ω : 投入財および生産要素の価格

3. 多地域 SCGE モデルへの導入

(1) モデルの仮定

以下のような仮定の下に、SCGE 体系によりモデル化を行う。

- ・生産関数は資本、労働、中間投入財を生産要素とする一次同次 Cobb-Douglas 型関数とする。
- ・家計の効用関数は各最終消費財の一次同次 Cobb-Douglas 型関数とする。
- ・世界には唯一つの船社が存在し、すべての国際輸送を担う。
- ・国際運賃・保険を船社の項目とする。
- ・各地域は港湾を一つだけ持つ。各地域の間には相互に財取引が行われる。
- ・資本と労働の地域間の移動は考えない。労働は産

業間を自由に移動できるが、資本は産業間の移動はできない。

- ・政府は法人税、所得税、間接税を徴収し、それを源泉として政府支出を行う。
- ・同一財であっても生産地が異なれば別の財と見なす。(Armington 仮定)
- ・最終需要項目としては家計消費支出、政府支出、固定資本形成を考える。
- ・R.O.W.の生産は一定とし、価格は1に固定する。間接税は額を固定する。

(2) 均衡体系

船社、生産者、消費者の行動を定式化することにより、以下のような均衡体系が導かれる。ここでは、船社の生産関数における代替弾力性値を1とした。

(財生産)

$$X_i^r = \sum_j \sum_s \frac{\alpha_{ij}^{rs} (p_j^s X_j^s - IT_j^s)}{p_i^r + c_{ij}^{rs}} + \sum_k \sum_s \frac{\beta_{ik}^{rs} W_k^s}{p_i^r + c_{ik}^{rs}} + \frac{\alpha_{iT}^r CT}{p_i^r} + E_i^r \quad (3)$$

$$\sum_i X_i^r = \sum_i \left(\sum_j \sum_s \frac{\alpha_{ij}^{rs} (p_j^s X_j^s - IT_j^s)}{1 + c_{ij}^{rs}} + \sum_k \sum_s \frac{\beta_{ik}^{rs} W_k^s}{1 + c_{ik}^{rs}} \right) \quad (4)$$

$$p_j^s = \frac{1}{\eta_j^s} \prod_i \prod_r \left(\frac{p_j^s + c_{ij}^{rs}}{\alpha_{ij}^{rs}} \right)^{\alpha_{ij}^{rs}} \left(\frac{p_j^s}{\alpha_{kj}^{rs}} \right)^{\alpha_{kj}^{rs}} \left(\frac{\omega_j^s}{\alpha_{Lj}^s} \right)^{\alpha_{Lj}^s} \quad (5)$$

(要素)

$$\rho_j^s K_j^s = \alpha_{Kj}^s (p_j^s X_j^s - IT_j^s) \quad (6)$$

$$\omega_j^s L_j^s = \alpha_{Lj}^s (p_j^s X_j^s - IT_j^s) \quad (7)$$

(財消費)

$$W_1^s = (1 - \sigma^s) \left[(1 - \tau_k^s) \sum_j \rho_j^s K_j^s + (1 - \tau_L^s) \sum_j \omega_j^s L_j^s + TR^s \right] \quad (8)$$

$$W_2^s = \tau_k^s \sum_j \rho_j^s K_j^s + \tau_L^s \sum_j \omega_j^s L_j^s + \sum_j IT_j^s \quad (9)$$

$$W_3^s = \sigma^s \left[(1 - \tau_k^s) \sum_j \rho_j^s K_j^s + (1 - \tau_L^s) \sum_j \omega_j^s L_j^s + TR^s \right] \quad (10)$$

(輸送)

$$\sum_j \sum_k \sum_s \sum_i (c_{ij}^{rs} x_{ij}^{rs} + c_{ik}^{rs} W_k^s) = CT \quad (11)$$

$$c_{ij}^{rs} = m_i^r d^{rs} C \quad (12)$$

x_{ij}^{rs} : s 地域 j 産業の r 地域産 i 財の投入量
 K_j^s : s 地域 j 産業の資本投入量
 L_j^s : s 地域 j 産業の労働投入量
 p_j^s : s 地域産 j 財の生産者価格
 q_i^{rs} : r 地域産 i 財の s 地域における需要者価格
 π_j^s : s 地域 j 産業の利潤
 ρ_j^s : s 地域 j 産業の資本の賃貸料
 ω^s : s 地域の労働者の賃金
 y_{ik}^{rs} : r 地域産 i 財の s 地域最終需要項目 k の消費量
 W_k^s : s 地域最終需要項目 k の消費可能額
 (k = 1 : 家計消費支出, 2 : 政府消費支出,
 3 : 固定資本形成)
 τ_K^s : 資本所得に対する税率 (法人税)
 τ_L^s : 賃金に対する税率 (所得税)
 σ^s : s 地域の家計の貯蓄率
 E_i^r : r 地域 i 産業の R.O.W. への輸出量
 m_i^r : r 地域産 i 財の単位量あたりの重さ
 d^{rs} : rs 間の距離
 $\alpha, \beta, \delta, \eta$: パラメータ

4. データの取扱とパラメータ推定

1990 年日米 EU アジア国際産業連関表を利用する。これは対象各地域各産業の投入構造、貿易構造が表現されたものである。国際産業連関表を基に、表-1 のような形式のデータを作成する。各地域とは独立した船社部門を設け、その投入産出構造を明確にすることが特徴である。船社部門の投入係数は、財に関しては日本の外洋輸送部門の値を用い、地域に関しては現状の海運業の国籍別シェアを用いる。しかし、現状の産業連関表では、国内からの用船は考慮されておらず、中間投入、付加価値のいずれにおいても投入に含まれていない。現状の形式のままでは資本費用が非常に大きいという船社の特徴を表現できないため、邦船 3 社の損益計算書から得られる費用構造を用いて、船社部門の投入構造を修正する。その他、内生部門は各国 3 つ (一次産業、二次産業、三次産業) とする。主なパラメータ推定値を表-2、3 に示す。

表-1 入力データ形式

		中間投入				最終需要			
		地域 1		地域 m		地域 1		地域 m	
		財 1		財 n		項目 1		項目 k	
地域 1	財 1								
:	:								
地域 m	財 n								
船社									
資本									
労働									

表-2 貯蓄率、所得税率、法人税率推計結果

	σ^s	τ^s	τ^s
日本	0.3338	0.0310	0.0419
アメリカ	0.1526	0.1100	0.1253
EU	0.2319	0.1468	0.1468
アジア	0.3434	0.0071	0.0071

表-3 パラメータ推計結果

		η_j^s
日本	一次産業	4.442
	二次産業	5.305
	三次産業	4.417
アメリカ	一次産業	4.766
	二次産業	5.727
	三次産業	3.815
EU	一次産業	4.737
	二次産業	5.675
	三次産業	4.354
アジア	一次産業	3.994
	二次産業	7.174
	三次産業	4.329

5. 適用例

船社の固定的資本である $\bar{K}_T$ が十分小さい時は、いかなる外的変化が発生しても K_T が 0 にはならず、正の値を持つことになる。本稿では、 $\bar{K}_T$ が 0 の時のモデルの挙動について、適用例により分析を行う。

(1) 船社大型化の影響

a) 仮定とモデル上の表現

船社大型化により、経営に規模の経済が働き、効率化が進むと考える。ここでは船社の投入費用が 10% 削減されるとする。同じ輸送サービスを生産するために必要とされる資源がすべて 10% 少なくてすむものとし、それがすべて運賃低下につながり、荷主が恩恵を受けると仮定する。

b) 結果と考察

結果を図-2に示す。10%の費用削減により全体的に約10%運賃がそのまま低下する。ここで運賃低下が丁度10%とならないのは、運賃が低下することで貿易量が増加し輸送需要が増加するため、需給関係から運賃がやや上昇するためである。地域間流動量は世界的に0.3~0.4%増加する。地域ごとに品目構成が異なるために、地域ごとに流動量増加率は異なる。重量あたりの価格が低く、相対的に運賃が高い品目ほど、運賃変化の影響を大きく受けることになる。

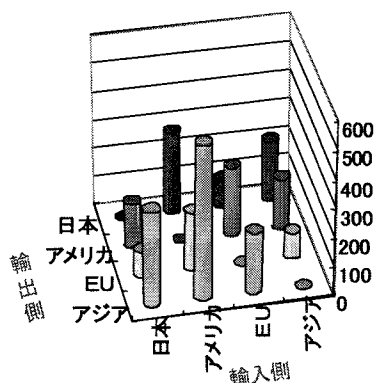


図-2 船社大型化の影響

(2) 船舶大型化の影響

a) 仮定とモデル上の表現

船舶大型化により、投入資源に占める資本の割合が増加し、相対的にそれ以外の資源の投入割合は減少すると考える。ここでは船社の資本投入が10%増加し、その他の資源投入が一律に10%減少するものとする。船社の投入に占める資源の割合は非常に大きいですが、それ以外の資源投入を減少させることができることで、全体では効率化が進む。ここでも費用削減分はすべて運賃低下につながり、荷主が恩恵を受けると仮定する。

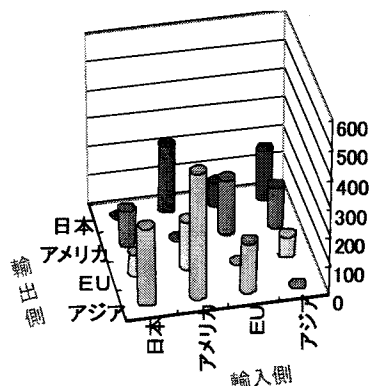


図-3 船舶大型化の影響

b) 結果と考察

結果を図-3に示す。全体的に運賃が低下するため流動量は増加する。船社大型化と比較して、運賃の減少率が小さいため、流動量変化率は小さくなっている。船社への投入は資本以外の資源は減少するため、それらの需給がやや緩くなるため、価格が低下する。これにより投入資源に占める資本の比率が低い品目の生産量がより増加することになる。

6. 結論

船社の行動を定式化し、SCGEモデルに組み込むことができた。計算例により、固定的資本がない場合に関して、安定的な解が求まることを確認するとともに、海運業界において現在進行している状況の影響を計算することができた。今後は固定的な資本が多くを占める場合や需要急増時の船社の行動表現について検討する。

参考文献

- 1) 伊藤元重, 大山道広: 国際貿易, 岩波書店, 1985.
- 2) Amiti, M: Inter-industry trade in manufactures: Does country size matter?, Journal of International Economics, 44, pp.231-255, 1998.
- 3) Kurz, H.D., Dietzenbacher, E and Lager, C.: Input-output analysis, volume 2, Edward Elgar, 1998.
- 4) Whalley, J.: Trade Liberalization among Major World Trading Areas, MIT Press, 1985.
- 5) 安藤朝夫: 価格差を考慮した多地域計量モデルによる交通基盤整備プロジェクト評価システムの開発, 文部省科学研究費補助金研究成果報告書, 1997.