

輸送コストの変化に伴う地域間産業間物流需要のSCGE分析*

An SCGE Analysis on the Effects of Motorway Improvement
for Inter-regional and Inter-Industry Freight Demand

溝上章志** 柿本竜治*** 竹林秀基****

By Shoshi MIZOKAMI, Ryuzi KAKIMOTO and Hideki TAKEBAYASHI

1. はじめに

物資流動とは、ある生産者の産出した生産物が他の生産者へ中間財として輸送されたり、それを投入して生産された製品が製造業者から卸売りや小売りへ輸送されたり、小売りから家計へ商品として配送されるなど、物資が生産活動や商品取引活動の中で種々の産業間を地域間で移動する一連の流れである。したがって、物流需要の予測モデルは、できる限り経済理論に整合し、技術や交通サービスレベルの変化などにも対応できる分析フレームに基づくのがよいと考えられる。本研究では、既往のモデル¹⁾を改良し、輸送コストの変化による空間的価格均衡を容易に計算できる地域間産業間物資流動モデルを構築することを目的としている。

2. 地域間産業間物資流動モデル

(1) モデルの特徴と概要

モデルの概要を図-1に示す。本研究では、経済主体は企業と家計の二つである。企業は一次同次のCobb-Douglas型生産関数下での利潤最大化行動により、中間財、および家計が生産する労働の最適投入量を決定する。一方、家計は、予算(労働賃金率)制約下での一次同次の効用関数の最大化行動によって、土地と一般財の最適消費量を決定する。このとき、たとえ同一の財であっても、投入要素価格に差があったり、高速道路整備によって地域間輸送コストに変化が生じるなどの理由で、地域ごとにその生産価格が異なることによって地域間に財の交易が生じることを認める。したがって、分析の枠組みは地域間産業連関分析である。

このとき、1)家計を内生化し、2)輸送企業の投入を付加価値項に転移して準クローズドモデルとすることによって、輸送コストの変化に伴う需要分析を容易にしている点が特徴である。また、3)家計は同一地域から宅地用の土地と一般財のみを購入し、4)地代は、別途、労働者数と賃金率の関数である住宅地地代モデルから決定される。5)産出体系と価格体系の均衡条件を交互に繰り返すことによって、最終需要と付加価値項の輸送コストの変化に対応した産出量と生産価格の一般均衡値を得るという産業連関分析フレームのSCGE分析である。以下では、家計の行動と価格体系の均衡条件だけについて説明する。

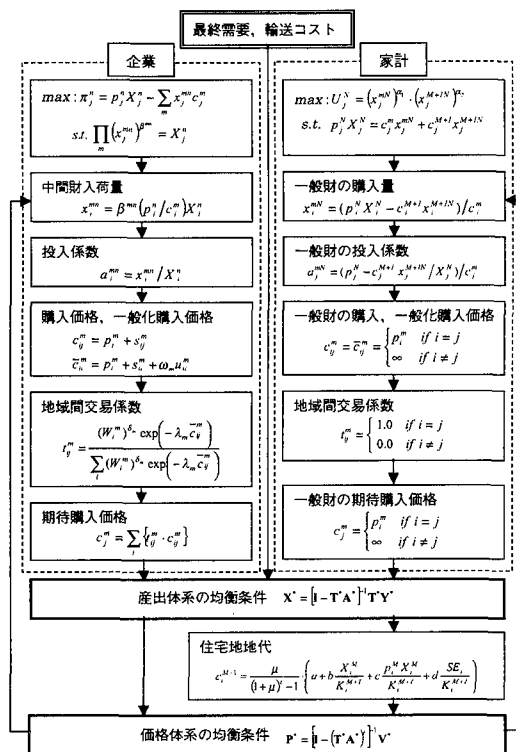


図-1 SCGE分析モデルの概要

労働者数と賃金率の関数である住宅地地代モデルから決定される。5)産出体系と価格体系の均衡条件を交互に繰り返すことによって、最終需要と付加価値項の輸送コストの変化に対応した産出量と生産価格の一般均衡値を得るという産業連関分析フレームのSCGE分析である。以下では、家計の行動と価格体系の均衡条件だけについて説明する。

(2) 家計の行動

家計(N)は、産出した労働の価格である賃金を宅地と一般財の消費に使用するが、一次同次のCobb-Douglas型効用関数を仮定した場合、賃金を両者に一定の比率で当てることになるので、賃金の変化によって土地の

* キーワード：地域間物流、SCGE分析

** 正会員 工博 熊本大学工学部環境システム工学科

*** 正会員 博(学) 熊本大学工学部環境システム工学科

**** 正会員 建設省中国地方建設局松江工事事務所

(〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1, TEL, FAX 096-342-3541)

購入量が大きく変化する。本モデルでは、一世帯当たりの土地 ($M+1$) の消費量 x_j^{M+1}/X_j^N は短期には変化せず、家計は一般財の消費量 x_j^{mN} だけによって効用

$$U_j^N = (x_j^{mN})^{\alpha_1} \cdot (x_j^{M+1,N})^{\alpha_2}, \text{ ただし } \alpha_1 + \alpha_2 = 1 \quad (1)$$

の最大化を図ると仮定する。地域 j の世帯数 X_j^N 、賃金 p_j^N と地代 c_j^{M+1} 、一般財の平均購入価格 c_j^m が与えられたとき、線形支出関数

$$p_j^N X_j^N = c_j^m x_j^{mN} + c_j^{M+1} x_j^{M+1,N} \quad (2)$$

を仮定すると、一般財の購入量 x_j^{mN} は

$$x_j^{mN} = (p_j^N X_j^N - c_j^{M+1} x_j^{M+1,N}) / c_j^m \quad (3)$$

となる。従って、地域 j の一世帯当たりの一般財購入量である一般財の投入係数 a_j^{mN} は以下ようになる。

$$a_j^{mN} = x_j^{mN} / X_j^N = (p_j^N - c_j^{M+1} x_j^{M+1,N} / X_j^N) / c_j^m \quad (4)$$

家計が消費する宅地の地代 c_i^{M+1} には、森杉ら²⁾の提案している宅地の需給均衡モデルから導出される地代関数の算出方法を採用する。これによって、収束計算の一時点前における産出体系から得られた地域 i の世帯数 (労働数) が X_i^M 、価格体系から得られた地域 i の 1 世帯当りの賃金 (労働賃金率) が p_i^M のとき、地域 i の可住地面積を K_i^{M+1} 、地域 i の社会経済指標を SE_i とすると、地域 i の住宅地地代 c_i^{M+1} は、

$$c_i^{M+1} = \frac{\mu}{(1+\mu)^{-1}} \left(a + b \frac{X_i^M}{K_i^{M+1}} + c \frac{p_i^M X_i^M}{K_i^{M+1}} + d \frac{SE_i}{K_i^{M+1}} \right) \quad (5)$$

で表される。ここで、 μ は年間賃金と一般財の年間購入量の変化率を表し、年間賃金と一般財購入量の伸び率 ρ 、および利子率 (= 割引率) η によって、次式のように定義される。

$$1 + \mu = (1 + \rho) / (1 + \eta) \quad (6)$$

(3) 価格体系の均衡条件

価格体系の均衡条件式とは、額ベースの産業連関表の列方向和に関する条件である。まず、企業の均衡条件は以下のようになる。

$$p_j^n X_j^n = \sum_i \sum_m x_{ij}^{mn} p_i^m + \sum_i \sum_m x_{ij}^{mn} s_{ij}^m \quad (7)$$

左辺は地域 j の産業業種 n の総出荷額を表す。右辺の第 1 項は中間投入財を生産価格で購入したときの総費用を、第 2 項は中間投入財を購入するために支払った輸送費用の総額を表している。

一方、家計の均衡条件は予算制約式(2)

がそれに相当する。しかし、家計は一般財を同一地域の小売業から購入するので、以下のように表現される。

$$p_j^N X_j^N = p_j^m x_j^{mN} + c_j^{M+1} x_j^{M+1,N} \quad (8)$$

式(7)と式(8)の両辺を X_j^n 、 X_j^N で割ると、生産価格は

$$p_j^n = \sum_i \sum_m (x_{ij}^{mn} / X_j^n) \cdot p_i^m + \left(\sum_i \sum_m x_{ij}^{mn} s_{ij}^m \right) / X_j^n \quad (9)$$

$$p_j^N = p_j^m x_j^{mN} / X_j^N + c_j^{M+1} x_j^{M+1,N} / X_j^N \quad (10)$$

のように書き直すことができる。両式の右辺第 2 項が付加価値ベクトルに相当し、最終的には次式となる。

$$V_j^n = \left(\sum_i \sum_m x_{ij}^{mn} s_{ij}^m \right) / X_j^n \quad (11)$$

$$V_j^N = c_j^{M+1} x_j^{M+1,N} / X_j^N \quad (12)$$

いま、入荷地域 j の産業業種 m の生産物に対する付加価値 V_j^n から成る列ベクトル $V_j = [V_j^1, \dots, V_j^n, \dots, V_j^N]$ を j 行目にもつ入荷地域別産業業種別付加価値ベクトルを $V^* = [V_1, \dots, V_j, \dots, V_J]$ とすると、生産価格ベクトルを $P_i = [p_i^1, \dots, p_i^m, \dots, p_i^M]$ としたときの発地域別産業業種別生産価格ベクトル $P^* = [P_1, \dots, P_i, \dots, P_I]$ は、

$$P^* = [I - (T^* A^*)]^{-1} V^* \quad (13)$$

となる。本研究フレームに対応した産業連関分析の枠組みは図-2 に示すとおりである。

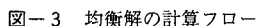
3. 均衡解の計算フローと部分モデルの推定

(1) 均衡解の計算フロー

本研究のモデルを用いて現況再現性の検証や、輸送時間短縮効果分析等を行う時には、上記の産出体系と価格体系の均衡条件を同時に満たす量と価格についての解を求める必要がある。ここでは、図-3 を用いて

図-2 産業連関分析の枠組み

入荷 (産出) 出荷 (投入)	中間需要業種							最終需要		総出荷量 (総産出量)
	1 農業	2 鉱業	3 … 16 製造	17 … 24 卸売	25 倉庫	26 小売	27 家計	28 他3	29 輸出	
1 農業							0			X_i^1
2 鉱業							0			X_i^2
3 ⋮ 製造 16							0			X_i^3 $\vdots$ X_i^{16}
17 ⋮ 卸売 24							0			X_i^{17} $\vdots$ X_i^{24}
25 倉庫							0			X_i^{25}
26 小売	0	0	0	0	0				0	X_i^{26}
27 家計							0	0	0	X_i^{27}
付加価値										



次に、総生産量固定のもとでの生産価格決定プロセスに入る。まず、総出荷量と地域投入係数行列、地域間交易係数行列を用いて、地域間産業間物資流動量 x を求め、企業が中間投入財を購入する際に支払う輸送費用の総額を求める。家計については、総出荷量と同時に得られる世帯数と所得の関数である式(5)より地代を求める。また、式(3)より一般財の消費量を求め、家計の一般財の投入係数を得る。地代と一世帯当りの土地の消費量、および輸送費用の総額と総生産量を用いて付加価値行列 V^* を作成する。これら地域投入係数行列、地域間交易係数行列、付加価値行列より、式(13)から生産価格 P^* を求める。生産価格を更新し、総生産量を求めるプロセスにもどる。このループを総出荷量と生産価格がともに均衡するまで繰り返すことにより、均衡解を得ることができる。

部分モデル推定の基礎データ³⁾は、全国貨物純流動

まず、初期値として生産価格 p^0 を与え、輸送費を加えた購入価格と一般化購入価格を求める。一般化購入価格を用いて地域間交易係数行列 T^* を求める。平均購入価格は地域間交易係

(3) 現況再現性の検証

1990 年の全国貨物純流動調査データを集計することによって得られた最終需要行列を用いて、本モデルのトータルテストを行った。均衡計算の収束判定は、総産出量と生産価格ともに前回の繰り返し時の解との相対誤差が5%以下とした。トータルテストによる総産出量と生産価格についての現況再現性を、実績値と計算値との相関係数、および単回帰の傾きのパラメータで示す(表-1 参照)。総出荷量の相関係数は高いが、実績値に比べてかなり過小に推定されている。この原因は、生産関数に一次同次という厳しい制約を推定しているためと考えられる。何故なら、一次同次の制約を付けずに推定した生産関数から得られる計算値は実績値とほぼ一致する。一方、生産価格に関しては、相関係数も高く、単回帰の傾きのパラメータが1.0であるという仮説が棄却されないことより、本モデルの現況再現性は高いといえる。

表-1 回帰分析の結果

	相関係数	パラメータ (t 値)
総出荷量(t)	0.800	0.243 (21.92)
価 格	0.998	1.085 (283.9)

(1) ケース設定

以下のような2つの戦略的な交通施設整備が行われ、地域間輸送の所要時間が短縮された場合に、地域間物流への影響、交通施設整備による便益の帰属地域などについて、本モデルを用いて検討した。

Case1：第二東名名神高速道路のように、関東地域から
関西地域間の二大都市圏間で交通施設整備が行わ
れるケース

Case2：北海道地域から関東地域間，九州地域から関西地域間のように，地方から二大都市圏への交通施設整備が行われるケース

(2) 便益計測モデル

便益計測基準には等価偏分 (EV) を用いた。均衡状態の企業の利潤は 0 であるから、企業の便益は 0 となり、便益の発生する主体は家計のみとなる。地域 j における一世帯当たりの等価的偏差 EV_j は

$$EV_j = \left(\frac{c_j^{mN}}{\hat{c}_j^{mN}} \right)^{\alpha_1} \left(\frac{c_j^{M+1N}}{\hat{c}_j^{M+1N}} \right)^{\alpha_2} \hat{p}_j^N - p_j^N \quad (14)$$

となる。ここで、 $\hat{c}_j^{mN}$ 、 $\hat{c}_j^{M+1N}$ 、 $\hat{p}_j^N$ は、それぞれ整備後の一般財の購入価格、地代および家計の所得である。式(14)の一世帯当たりの等価偏分 EV_j と世帯数 X_j^N の積が地域 j 全体の便益であり、この値によって交通施設整備の効果を評価する。

(3) 交通施設整備の効果

a) Case1

関東地域から関西地域間の二大都市圏を結ぶ路線間で所要時間が従来の 90%, 80% になるような交通施設整備が行われた場合の、地域別全中間産業業種の総出荷量の現況に対する変化率と総便益額を図-4、図-5 に示す。総出荷量は関東や中部で増加するものの、便益は中部地域では減少し、関東や関西の二大都市圏で増加する傾向が顕著に現れている。これは、中部地域においては所要時間短縮により各地域への交易係数が増加して中間投入財の生産量は増加するが、それに伴って労働投入量の増加が生じ、地価が上昇して一般財の購入量が減少する。その結果、家計の効用が減少するためと考えられる。

b) Case2

地方から二大都市圏への交通施設整備が行われた場合の、地域別全中間産業業種の総出荷量の変化率と総便益額を図-6、図-7 に示す。東北、中国、および四国で出荷量は増加するものの、便益額は負となっている。これは Case1 と同様の理由で、北海道と関東地域、関西地域と九州地域との間に位置する地域での総出荷量と世帯数の増加に伴い、家計所得、一般財価格、地価が変化するものの、地価の上昇の影響が他に比べて大きいために、家計の効用が減少するためと考え

られる。

5. おわりに

本研究では、家計の一般財に対する消費を内生化し、中間財の輸送費用を付加価値項で取り扱うことによって、労働投入量と賃金の内生化、および輸送費用の変化に伴う均衡状態を容易に表現できる新たな地域間産業間物流需要モデルを開発することができた。総生産量の現況再現性には、やや問題が残るものの、生産関数の関数型や推定法の改良などによってこれらの課題は解決できると考えられる。また、本モデルは、交通施設整備による輸送コストの改善が総出荷量や経済的便益に与える影響を容易に計測することを可能にした。今後の地域間高速道路や港湾整備等の効果分析にも適用できるであろう。

参考文献

- 1) 溝上章志：産業間の連関性と空間的な価格均衡を考慮した物資流動モデル構築の試み，土木学会論文集 No.494/IV-24, pp.53-61, 1994.7
- 2) 森杉壽芳・大野英治・松浦郁雄：地価を内生化した住宅地立地モデル，地域学研究，第 18 巻，pp.205-225, 1988.
- 3) (財) 運輸経済研究センター：全国貨物純流動調査報告書，1992.3

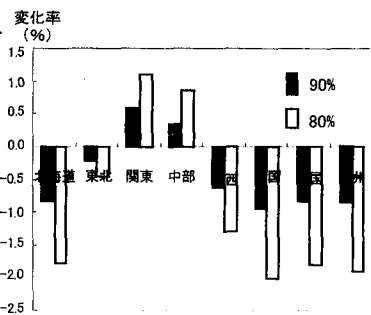


図-4 地域別総出荷量の変化率(Case1)

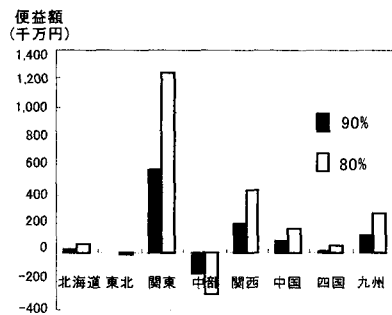


図-5 地域別便益(Case1)

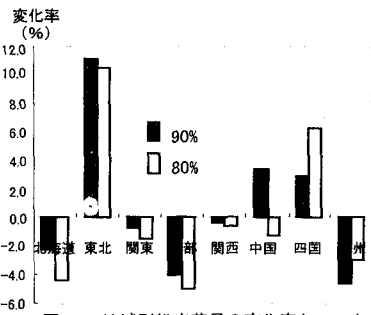


図-6 地域別総出荷量の変化率(Case2)

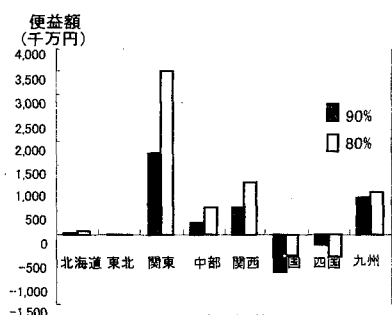


図-7 地域別便益(Case2)