

フィリピンにおける2地域SAMをデータとしたSCGEモデルによる 交通基盤整備のあり方の検討*

Application of SCGE model using M-SAM in the Philippines*

溝上 章志**・柿本 竜治***・糸瀬基記****・Cristela Gose-Dakila*****

Shoshi MIZOKAMI, Ryuji KAKIMOTO, Motoki ITOSE and Cristela Gose-Dakila

1. はじめに

発展途上国では、港湾や幹線道路などの地域間の交通インフラが不足しているために起こると考えられる都市部と地方部の地域格差や所得格差が大きな問題となっている。本研究では、1)フィリピンにおける社会会計行列(SAM: Social Accounting Matrix)と地域間産業連関表(MRIO: Multi-regional I/O Table)から2地域SAMを推計する。次に、2)これをデータベースとした空間的応用一般均衡(SCGE: Spatial Computable General Equilibrium)モデルのプロトタイプを構築した。3)これを用いたシミュレーションによって、地域間の交通施設整備が地域別、所得階層別の家計に及ぼす便益を計測し、途上国への交通投資のあり方を検討する。

2. 2地域2所得階層別SAMの作成

(1) 社会会計行列SAM

社会会計行列SAMは、経済体系を支払いと受取りという概念により記述しており、一国の包括的な経済循環を明示したマトリックス形式の社会会計表示方式であり、ノーベル経済学者受賞者Stoneによって体系化された。ここでSAMを産業連関表と国民経済計算と対比させて、その特徴を明らかにする。

a) 産業連関表(Input-Output Table): 一定期間における各産業間の財・サービスの投入・産出関係を系統的・網羅的に記述したマトリックス形式の表であり、特に産業間の相互連関性を意識して作成された見取り図的な統計表である。三面等価(生産、分配、支払い)の内の分配項目、国民経済計算統合第2勘定「国民可処分所得」、及び第3勘定「資本調達勘定」に相当する部分は記録されていない。

b) 国民経済計算(A System of National Accounts: SNA): 企業、家計、政府といった各経済主体の行う経済活動の収入、支出、資金の借入、貸出などの様々な経済取引を記録したマクロ経済の包括的な統計である。国民経済計算は、商品

の産出、需要がどれほどで、付加価値がどれほど生産され、どのように分配、配分されたかを明らかにすることができる。しかし、表示体系がT型勘定形式であり、産出された商品がどのように需要されるか、生産された付加価値がどのように分配され、家計などの商品需要にどのように結びつくかという経済循環を明示していない。

c) 社会会計行列(Social Accounting Matrix): 国民経済計算をデータベースとしており、分配構造、貯蓄構造、国内經常移転構造までも含め、さらに産業連関表のように各部門間取引の受取・支出を明示した包括的な経済循環まで明示したマトリックス形式の社会会計表示方式をSAMという。SAMの生産勘定は産業連関表のフレームワークに一致するため、産業連関表を取り込むことにより、1国(地域)全体の経済循環を明示しながら、詳しい商品別生産・需要構造をも明らかにできる。経済循環まで明らかにしたSAMを作成することにより、商品生産と商品需要の関係、さらには付加価値の三面等価まで明示することができる。

(2) 2地域2所得階層別SAMのフレーム

途上国では時系列的に整合的なデータの不完備が大きな問題となっている。本研究では、一部、年度が異なる以下の統計を用い、下記のステップにしたがってフィリピン2地域2所得階層別SAMを作成した。

- ・1990年 Philippine National SAM
- ・1994年 Philippine 2 Regions I-O Table
- ・1994年 Philippine Total Number of families, Total and Average Annual Family Income and Expenditure by Expenditure Class, Urban and Rural

Step-1: 1990 フィリピンSAMはSNAをデータベースとして作成されており、産業構造はU表、V表から構成され、産業分類は28項目、家計は年間収入十分位階級、総計(155×155)のマトリックスとなっている。そこで、11の産業を1つの産業に統合、年間収入十分位階級に分類されている家計を、年収60,000ペソを境界とし高所得者階層と低所得社会層の2グループ、Unincorporated Enterprise, Non-profit Institutions, Private corporation, Public corporationの4制度部門を企業として1つに統合、3つの資本調達勘定を

*keywords: SAM, SCGE, 途上国

**正員 工博 熊本大学工学部環境システム工学科(熊本市黒髪2-39-1, Tel:096-342-3541, E-mail:smizo@gpo.kumamoto-u.ac.jp)

***正員 博(学) 熊本大学工学部環境システム工学科

****正員 修(工) 前田建設工業

*****非会員 De La Salle University, Philippines

1つに、7つの金融項目を1つに統合し、(39×39)に集計度を高めた。

Step-2:本研究のモデルでは2地域産業連関表を基本フレームとしており、企業と金融部門は不必要であるから、これらの不必要な勘定を除外する。その結果、SAMの受取り=支払いの均衡が成り立たなくなる。本来、企業は営業余剰を受け取り、家計と政府、資本調達部門に分配し、更に産業に投資を行う。本モデルでは、資本と労働の初期ストックは全て家計が保有するとしているため、家計が営業余剰を含む資本所得を全て受け取り、この営業余剰の分配は家計を経由して政府、貯蓄投資部門へと分配されることとする。また、投資額に相当する額は家計を介して貯蓄投資部門に支払われるように分配係数を設定する。

Step-3:高所得者階層と低所得者階層の2つの家計を、さらに地域別に分類するために、都市部・地方部・所得階層別の家計数の統計を用いて各家計勘定の規模を算定し、所得別階層を各地域別にNCR高所得者グループ、NCR低所得者グループ、ROP高所得者グループ、ROP低所得者グループに分類した。したがって、NCRとROPの高所得者グループは、共に総所得に対して同じ比率で政府への経常移転額(直接税等)と貯蓄額、海外移転額を決定するということになる。

Step-4:この不均衡SAMの投入係数(縦方向)を求め、産業連関表部分である中間投入、付加価値、最終需要を所与とし、残りのセルは(投入額)=(総収入-最終消費額)×(投入係数)として収束計算させ、2地域2所得階層別SAMを推計した。

3. 多地域SAMをデータとしたSCGEモデル

(1) SAM乗数モデルとSCGEモデル

IO分析のように、外生要因に何らかの変化が生じたときの経済波及効果を比較静的的に分析する方法がSAM乗数モデルである。しかし、このSAM乗数モデルとSCGEモデルにはいくつかの決定的な相違点があり、表-1にその概要をまとめる。また、両者の便益の帰着と量的な相違については、柿本らを参照されたい。

表-1 乗数モデルとCGEモデルの比較

	乗数モデル	CGEモデル
モデルの諸係数	固定的	価格体系により変化
モデル化の範囲	需要のみ	需要・供給(費用、容量)
均衡状態の表現	量、または価格	量と価格同時
経済理論の観念	マクロ経済理論	マクロとミクロ理論の統合

(2) モデルの前提条件

- 1) 経済主体は一般産業、輸送部門、家計、政府である。
- 2) 輸送部門に対する需要は生産財の需要に伴う派生需要のみから成る。
- 3) 各地域で生産された個々の財は産地により差別化されている。
- 4) 労働は地域間産業間で自由に移動でき、資本は地域間での移動はできないが産業間で移動可能である。
- 5) 生産物と生産要素の市場は各々完全競争的である。
- 6) 地域はNCR(マニラ首都圏)とROP(その他の地域)の2地域、家計の所得階層は高、低グループの2階層に区分する

(2) 経済主体の行動モデル

・一般産業 ($j=1,2,3$):一般産業は第1~3次産業に集計されている。地域 s における産業 j は中間投入財と資本と労働の生産要素を投入し、与えられた技術、価格のもとで費用最小化行動により、規模に関して収穫一定の技術を用いて財 j を生産すると仮定する。これより中間投入材、労働、資本ストックの需要関数式(1)~(3)が得られる。

・運輸部門 ($j=4$):運輸部門に対する需要は地域間及び地域内の生産財の移動に伴う派生需要であり、輸送費用は発送地の運輸部門に支払われるとする。地域 r の運輸部門に対する輸送サービスの総需要は、家計、政府の最終消費、投資、輸出、輸入の派生需要(4)によって決定される。輸送需要を満足する輸送部門の費用最小化行動より、一般産業と同様に中間投入材、労働、資本ストックに対する需要関数が得られる。

・家計 (m):家計は地域別所得階層別(NCR-L,NCR-H,ROP-L,ROP-H)の4つの家計 m を考える。各家計の勘定は、既存の1国の所得階層別の家計勘定を、都市部・地方部・所得階層別の家計数によって配分して推計した。家計 m は予算制約式(5)のもとで、最終消費財 ch_i^m の購入により、Nested型の効用最大化を図る。これより、家計の合成財需要関数(6)が得られる。

・政府:政府は集約された一つの政府を仮定する。政府は歳入と歳出のバランス(7)の下で費用最小となるように政府最終消費額いっぱい政府サービスを購入することで、合成財需要関数(8)が得られる。

・貯蓄投資:貯蓄投資部門は、投資総額と家計貯蓄、政府貯蓄、対外部門の貯蓄、固定資本減耗とのバランス式(9)のもとでの投資費用最小化行動により、投資量需要(10)を決定する。

・海外部門:海外部門では、輸入、海外への雇用者所得、

家計と政府からの経常移転を収入とし、輸出、海外からの雇用者所得、家計と政府への経常移転を支出とし、収入と支出の差額が貯蓄され、バランス(11)する。海外部門の輸入量は国内の地域 r 産業 i の産出量、輸出量(12)は需要者価格を指標として決定する。

(3) 価格の形成

価格受容者である地域 s 第 j 産業が直面する財価格 p_j^s は、産出量 1 単位当たりの生産費用に等しい水準で式(13)のように表される。需要者価格は式(14)のように生産者価格に輸送マージンを付加したものとなる。

(4) 均衡条件

生産財と生産要素の各市場における需給バランス式は(15)~(17)のように表される。

(5) モデルのキャリブレーション

モデルのキャリブレーションの方法についてはここでは説明を省略する。モデル式は表 - 1 にまとめて示している。

4. 均衡計算アルゴリズム

均衡解は賃金率をニューメーラールとし、地域別資本収益率を変化させながら、以下の手順で求める。

- Step-0: 外生変数とパラメータを設定する。
- Step-1: 地域別資本収益率、賃金率を初期値を設定する。
- Step-2: 資本収益率、賃金率、生産技術パラメータを用いて生産者価格を決定する。
- Step-3: 各制度部門は予算制約と財価格をもとに最終需要量を決定する。
- Step-4: 最終需要に見合った総生産量を決定する。
- Step-5: 地域間輸送量を求め、輸送量が輸送容量を超過する場合は Step-2 に戻り輸送距離を変更し、生産者価格を更新する。
- Step-6: 生産要素の派生需要量を求め、生産要素需給均衡を満たせば終了する。そうでなければ Step-1 に戻り、地域別資本収益率を更新する。

5. 交通基盤整備による経済効果分析

(1) シミュレーションケースの設定

シミュレーションの対象年次を 2004 年とし、交通基盤整備の実施地域(区間)が異なる 4 つのケース(表-2 参照)を設定する。交通基盤整備の実施により輸送距離が 10% 短くなる初期値を与えることとする。また、ROP-NCR 間(上り方向)で円滑な地域間輸送が行なわれていない状況を反映させるために、宮田ら¹⁾を参考にし地域間輸送量が輸送容量を超過すると輸送時間を距離換算した輸送距離が

長くなる以下のようなインピーダンスモデルを導入した。

$$d^{ROP-NCR} = d_0 \begin{pmatrix} x^{R-N} \\ x^{R-N} \\ x^{R-N} \\ x^{R-N} \end{pmatrix} \quad x^{R-N} \geq x_{cap}^{R-N}$$

$$d^{ROP-NCR} = d_0 \quad x^{R-N} < x_{cap}^{R-N}$$

(2) シミュレーション結果とその考察

交通投資が各家計 m にもたらす便益を、施設整備の実施前(Case1)と実施後(Case2,3,4)との等価変分 EV^m を用いて計測した。推定結果を図-1に示す。NCR への投資は更なる地域格差と所得格差を発生させること、ROP への投資は、NCR - ROP 間に設定された輸送制約のために、NCR 家計に負の便益を生じさせるが、ROP では正の便益を発生させることがわかった。一方で、NCR-ROP 域間への投資は、NCR での所得格差の是正と ROP での便益の増加を期待することができる。これらの結果から、フィリピンにおいては ROP 中心の投資を行うことによって地域間交易の円滑化を図り、地域格差の縮小に努めることが重要である。

表-2 シミュレーションケース

Case	交通基盤整備の実施地域	輸送容量制約
1	整備なし	
2	NCR 域内	ROP-NCR 間に輸送制約
3	ROP 域内	
4	NCR-ROP 域間	

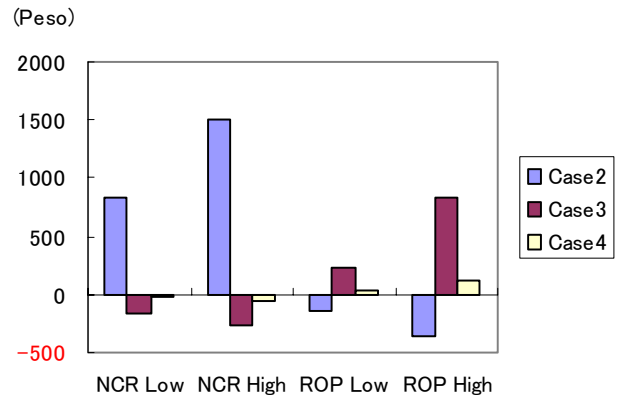


図-1 家計一世帯当たり便益

5. おわりに

本研究では、フィリピンにおいて2地域2所得階層別SAMを推計し、それをデータベースとしたSCGEモデルを構築した。これを用いて、地域間の交通施設整備が地域別、所得階層別の家計に及ぼす便益を計測し、途上国への交通投資のあり方を検討することを可能にした。

参考文献：陳自力、宮田謙：中国エネルギー供給に関する多地域一般均衡分析、土木計画学研究・論文集、No.15、pp.359-368、1998。

表 - 1 SCGEモデル体系の概略

項目	解説	モデル式
一般産業	中間投入財需要	$x_{ij}^{rs} = \frac{p_j^s \alpha_{ij}^{rs} \lambda_{ij}^s}{q_i^{rs} a_{ij}^s} \quad (1)$
	労働需要	$L_j^s = \left(\frac{\alpha_{Lj}^s \rho^s}{\alpha_{Kj}^s \omega} \right)^{\alpha_{Kj}^s} \frac{a_{oj}^s X_j^s}{A_{0j}^s} \quad (2)$
	資本ストック需要	$K_j^s = \left(\frac{\alpha_{Kj}^s \omega}{\alpha_{Lj}^s \rho^s} \right)^{\alpha_{Lj}^s} \frac{a_{oj}^s X_j^s}{A_{0j}^s} \quad (3)$
輸送部門	輸送サービス需要	$T^r = \sum_j \sum_s^4 x_{4j}^{rs} + \sum_m^4 ch_4^{rm} + cg_4^r + cI_4^r + e_4^r - m_4^r$ $= \sum_i^3 \sum_j^4 \sum_s^2 x_{ij}^{rs} d^{rs} \theta_i^r + \sum_i^3 \left(\sum_m^4 ch_i^{rm} d^{rh} + cg_i^r d_i^{rg} + cI_i^r d^{rl} + e_i^r d^{re} - m_i^r d^{rm} \right) \theta_i^r \quad (4)$
家計	予算制約式	$H^m = \gamma_K^m \cdot \sum_s^2 \sum_j^4 \left[\rho^s (1 - \eta_j^s) K_j^s \right] + \gamma_L^m \cdot \sum_s^2 \sum_j^4 \omega \cdot L_j^s + TrGH^m + TrOH^m \quad (5)$
	合成財需要関数	$ch_i^{rm} = \frac{\beta_{ih}^m \beta_{ih}^r y_h^m}{q_i^{rh}} \quad (6)$
政府	予算制約式	$\sum_m^4 (H^m - TrHG^m) \cdot \tau_d^m + \sum_s^2 \sum_j^4 \tau_j^s \cdot (\rho^s \cdot K_j^s + \omega \cdot L_j^s) + TrOG$ $= y_g + \sum_m^4 TrGH^m + SG + TrGO \quad (7)$
	合成財需要関数	$cg_i^r = \frac{\beta_{ig}^r \beta_{ig}^r y_g}{q_i^{rg}} \quad (8)$
貯蓄投資	予算制約式	$p_l I = \sum_s^2 \sum_j^4 D_j^s + \sum_m^4 \sigma^m Y_h^m + SG + SO \quad (9)$
	生産財需要関数	$cI_i^r = \frac{\beta_{il}^r p_{il} b_i I}{q_i^{rl}} \quad (10)$
海外部門	バランス式	$\sum_r^2 \sum_i^4 q_i^{r3} m_i^r + LI + TrGO + \sum_m^4 TrHO^m = \sum_r^2 \sum_i^4 q_i^r e_i^r + LO + \sum_m^4 TrOH^m + TrOG + SO \quad (11)$
	輸入，輸出需要	$m_i^r = m_i^{r*} \left(\frac{X_i^r}{X_i^{r*}} \right), \quad e_i^r = e_i^{r*} \left(\frac{q_i^{r3*}}{q_i^{r3}} \right) \quad (12)$
財価格体系	生産者価格	$p_j^s = \sum_i^3 \sum_r^2 p_i^r a_{ij}^{rs} + (1 + \tau_j^s) (\omega l_j^s + \rho^s k_j^s) + \sum_i^3 \sum_r^2 p_i^r a_{ij}^{rs} \theta_i^r d^{rs} \quad (13)$
	需要者価格	$q_i^{rs} = p_i^r + p_4^r \theta_i^{rs} d^{rs} \quad (14)$
均衡条件	財市場	$X_i^r = \sum_s^2 \sum_j^4 x_{ij}^{rs} + \sum_m^4 ch_i^{rm} + cg_i^r + cI_i^r + e_i^r - m_i^r \quad (15)$
	生産要素市場	$LS = \sum_s^2 \sum_j^4 L_j^s \quad (16), \quad KS^s = \sum_j^4 K_j^s \quad (17)$