山梨の産業構造を踏まえた交易・交流活性化のための社会基盤整備

山梨大学　　正会員　○古屋裕司[1)]
山梨大学　　正会員　　武藤慎一[2)]

1.　はじめに

山梨は，盆地という地域特性のため交通利便性という点で他県よりも劣ると考えられており，この解消のための地域間交通整備が大きな課題とされている．

地域間交通整備は，地域間交易や地域間交流を活発化し，山梨経済の活性化につながるものと期待される．

しかし，地域間交通整備は多大な費用を必要とするため，その効果を正確に計測することが必要と考えられる．地域間道路整備は産業ごとにも主体ごとにも与える影響が異なると考えられる．これは産業別に輸送や交流のに必要となる交通費用が異なるためであり，そのため山梨県の産業構造が現状ではどうなっているのか，そして，それが山梨県にとってどの程度の交通費用の負担を強いることになっているのかを踏まえた上で評価する必要がある．その際、空間的一般均衡モデル（SCGE : Spatial Computable General Equilibrium）モデルの適用が有効となる．

SCGEモデルは，地域ごとに構成された一般均衡モデルを地域間交流，交易によって結びつけたものであり，地域間交通整備による便益が正確に計測可能である．これまでも多くのSCGEモデルが研究・開発されてきたが，その多くがNested CES(Constant Elasticity of Substitution)型モデルにレオンチェフ型モデルが組み合わされたものとなっていた．これは現実的な交通行動を表していないという問題が考えられ，交通整備評価を対象とする本研究ではその点が問題であった．さらに，従来のSCGEモデルで用いられてきたCES関数では，CES関数の代替弾力性σをゼロ(σ＝０）とすればレオンチェフ関数が誘導できるとされていたが，厳密には誘導できず，従来のSCGEモデルは用いているCES型モデルとレオンチェフ型モデルが独立的であり，全体としての統一性がないという問題があった．

2.　本研究の特徴

そこで，本研究では武藤ら[1)]の研究に基づき，CES関数(Barro型CES関数)を用いてSCGEモデルを再構築することにより，交通行動における代替関係を考慮できるようSCGEモデルの修正、拡張を行う．そして，このSCGEモデルを用いて地域間交通整備を実施した際の数値計算を行い，その山梨経済への影響を中心とした整備評価を試みる．

このBarro型CES関数であれば代替弾力性σをゼロ（σ＝0）とした際，従来のモデルでは誘導できなかったレオンチェフ関数が厳密に誘導でき，非代替交通モデルも含めて表現できることが重要な点である．それにより本研究で再構築されるSCGEモデル全体の統一性が確保され，Barro型CES関数によって様々な代替関係が表現できるため，これをあらゆる場面のモデル化に用いることができる．すなわち，高い適応性を有し，様々な交通整備，交通政策の評価が可能となる．汎用性のある一般性が確保されたモデルとなるのである．

この修正・拡張したSCGEモデルを用いて山梨に必要な交通整備（地域間道路整備）の評価を行うことにより，精度の高い便益評価ができ，各地域・各産業など細部までその影響を見ることが出来るのが本研究の特徴である．

3.　Barro型CES関数とその特徴

(1) Barro型CES関数

Barro型CES関数は以下のようなものである．[2)]

$$f(x_1,x_2)=\gamma\left[\alpha\{\beta\cdot x_1\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+(1-\alpha)\{(1-\beta)x_2\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

ただし, x_1, x_2 ：財 1,2 の投入量，p_1, p_2 ：財 1,2 の価格，γ,α,β ：パラメータ $(0\le\alpha\le1, 0\le\beta\le1)$
σ ：代替弾力性パラメータ

この Barro 型 CES 関数でも通常の CES 関数と同様，代替弾力性σの値に応じて完全代替，コブ・ダグラス（C-D）関数などが誘導できる．そして特に標準的な CGE モデルで用いられるレオンチェフ関数が導出可能である．

(2)他の関数形への誘導

本項では他の関数形への誘導結果を示す．（表－１）なお表の右欄は従来のCESの解を参考までに示したものである．

キーワード：空間的応用一般均衡モデル　山梨県
連絡先：[1)] 〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11　山梨大学土木環境工学科　E-mail:t06c073@yamanashi.ac.jp
[2)] 〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11　山梨大学大学院准教授　医学工学総合研究部　E-mail:smutoh@yamanashi.ac.jp

表－１　代替弾力性ごと（CES 関数，コブ・ダグラス型関数，レオンチェフ型関数）の最適化問題

	Barro 型 CES 関数（代替弾力性σ）	コブ・ダグラス型関数（σ＝１）	レオンチェフ型関数（σ＝0）	CES 型関数（式(16)）
最適化問題	$c=\min_{x_1,x_2} p_1x_1+p_2x_2$ $s.t.\ f=\gamma\left[\alpha\{\beta x_1\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+(1-\alpha)\{(1-\beta)x_2\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$	$c=\min_{x_1,x_2} p_1x_1+p_2x_2$ $s.t.\ f=\gamma\{\beta x_1\}^{\alpha}\{(1-\beta)x_2\}^{1-\alpha}$	$c=\min_{x_1,x_2} p_1x_1+p_2x_2$ $s.t.\ f=\gamma\cdot\min[\beta x_1,(1-\beta)x_2]$	$c=\min_{x_1,x_2} p_1x_1+p_2x_2$ $s.t.\ f=\eta\left[\varphi x_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+(1-\varphi)x_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$
需要関数	$x_1=\frac{1}{\gamma\cdot\beta^{1-\sigma}}\left(\frac{\alpha}{p_1}\right)^{\sigma}\Psi_1^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}\cdot f$ $x_2=\frac{1}{\gamma(1-\beta)^{1-\sigma}}\left(\frac{1-\alpha}{p_2}\right)^{\sigma}\Psi_1^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}\cdot f$ ただし、 $\Psi_1=\alpha^{\sigma}\left(\frac{p_1}{\beta}\right)^{1-\sigma}+(1-a)^{\sigma}\left(\frac{p_2}{1-\beta}\right)^{1-\sigma}$	$x_1=\frac{1}{\gamma\beta^{\alpha}(1-\beta)^{1-\alpha}}\left\{\frac{\alpha p_2}{(1-\alpha)p_1}\right\}^{1-\alpha}f$ $x_2=\frac{1}{\gamma\beta^{\alpha}(1-\beta)^{1-\alpha}}\left\{\frac{(1-\alpha)p_1}{\alpha p_2}\right\}^{\alpha}f$	$x_1=\frac{1}{\gamma\beta}f$ $x_2=\frac{1}{\gamma(1-\beta)}f$	$x_1=\frac{1}{\eta}\left(\frac{\varphi}{p_1}\right)^{\sigma}\Psi_3^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}\cdot f$ $x_2=\frac{1}{\eta}\left(\frac{1-\varphi}{p_2}\right)^{\sigma}\Psi_3^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}\cdot f$ ただし、 $\Psi_3=\varphi^{\sigma}p_1^{1-\sigma}+(1-\varphi)^{\sigma}p_2^{1-\sigma}$
費用支出関数	$c=\frac{1}{\gamma}\Psi_1^{\frac{1}{1-\sigma}}f$	$c=\frac{1}{\gamma\beta^{\alpha}(1-\beta)^{1-\alpha}}$ $\left\{\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha}+\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{\alpha}\right\}p_1^{\alpha}p_2^{1-\alpha}f$	$c=\left[\frac{1}{\gamma\beta}p_1+\frac{1}{\gamma(1-\beta)}p_2\right]f$	$c=\frac{1}{\eta}\Psi_3^{\frac{1}{1-\sigma}}f$
パラメータ推定式	i)費用シェア： $\theta_1=\frac{\alpha^{\sigma}\left(\frac{p_1}{\beta}\right)^{1-\sigma}}{\alpha^{\sigma}\left(\frac{p_1}{\beta}\right)^{1-\sigma}+(1-\alpha)^{\sigma}\left(\frac{p_2}{1-\beta}\right)^{1-\sigma}}\left[=\frac{p_1x_1}{\sum_i p_ix_i}\right]$ ⅱ）制約式：$f=\gamma\left[\alpha\{\beta x_1\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+(1-\alpha)\{(1-\beta)x_2\}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ ⅲ）財価格条件（基準時点の財価格$p_f=1$） $\frac{1}{\gamma}\Psi_1^{\frac{1}{1-\sigma}}=1[=p_f]$ ｉ），ⅲ）より以下が導かれ，そしてⅱ）よりβが得ら $\alpha=\frac{\theta_1^{\frac{1}{\sigma}}\left(\frac{p_1}{\beta}\right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}}{\theta_1^{\frac{1}{\sigma}}\left(\frac{p_1}{\beta}\right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+\theta_2^{\frac{1}{\sigma}}\left(\frac{p_2}{\beta}\right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}},\gamma=\Psi_1^{\frac{1}{1-\sigma}}$	i)費用シェア： $\theta_1=\alpha\left[=\frac{p_1x_1}{\sum_i p_ix_i}\right]$ ⅱ）生産関数： $f=\gamma\{\beta x_1\}^{\alpha}\{(1-\beta)x_2\}^{1-\alpha}$ ｉ）、ⅱ）より以下が導ける $\alpha=\theta_1,$ $\gamma=\frac{f}{\{\beta x_1\}^{\alpha}\{(1-\beta)x_2\}^{1-\alpha}}$	x_1の需要関数より， $\gamma=\frac{1}{\beta x_1}f$ これをx_2に代入して， $\beta=\frac{x_2}{x_1+x_2}$	i)費用シェア： $\theta_1=\frac{p_1^{1-\sigma}\varphi^{\sigma}}{p_1^{1-\sigma}\varphi^{\sigma}+p_2^{1-\sigma}(1-\varphi)^{\sigma}}$ ⅱ）生産関数： $f=\eta\left[\varphi x_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+(1-\varphi)x_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ ｉ）、ⅱ）より以下が導かれる $\varphi=\frac{\theta_1^{\frac{1}{\sigma}}p_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}}{\theta_1^{\frac{1}{\sigma}}p_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+\theta_2^{\frac{1}{\sigma}}p_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}}$ $\eta=\frac{f}{\left[\varphi x_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}+(1-\varphi)x_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}}$

4. Barro型CES関数による簡易SCGEモデル

続いて， 3. で示したBarro型CES関数を用いてSCGEモデルを構築する．ここではまず，２地域２部門（合成財企業，運輸企業）からなる簡易なSCGEモデルを示す．その全体構成は図-１のとおりである．企業，家計とも自地域だけでなく，他地域からも交易を通じ財の投入，消費が可能である．ただし，それには運輸サービスが必要となる．そして，この運輸サービス投入に対してもBarro型CES関数を適用したということが本研究の特徴である．

また，本SCGEモデルは，家計の他地域への通勤、他地域への資本供給も考慮している．

企業の行動モデルの概要を図-２に示した．なお、図-２（ｂ）は運輸企業を別で示したものである。企業行動モデルでは、運輸サービス投入モデルに効率パラメータを導入した．この結果，交通整備により所要時間が変化した際，運輸サービス投入が効率化されるとしてその影響を分析することが可能となる．

次に家計行動モデルの概要を図-３に示した．家計行動モデルは，効用水準を維持するという条件下で支出最小化問題として定式化を行っている．また，家計行動モデルにおいても，交通消費においは効率パラメータを導入し，交通整備による影響を表現することとした．

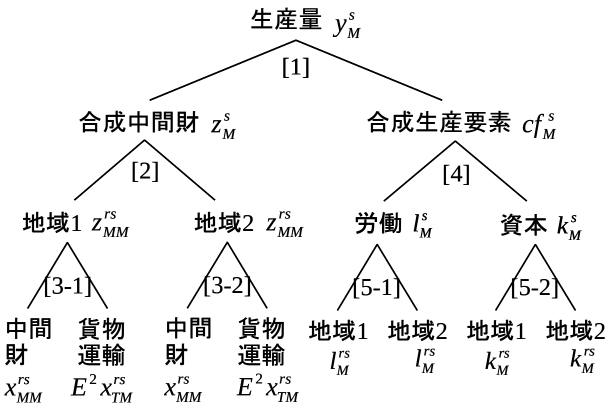

図-２(a) 企業行動モデルの概要

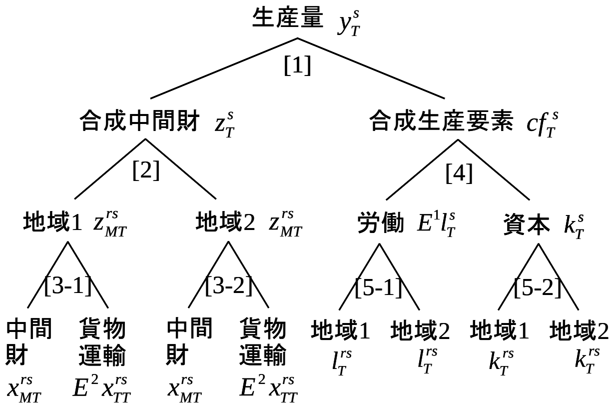

図-２(b) 運輸企業行動モデル概要

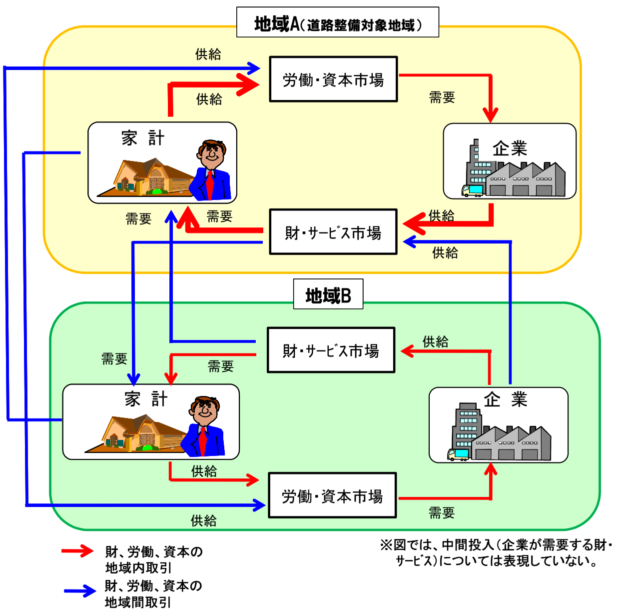

図-１ 簡易SCGEモデルの全体構成

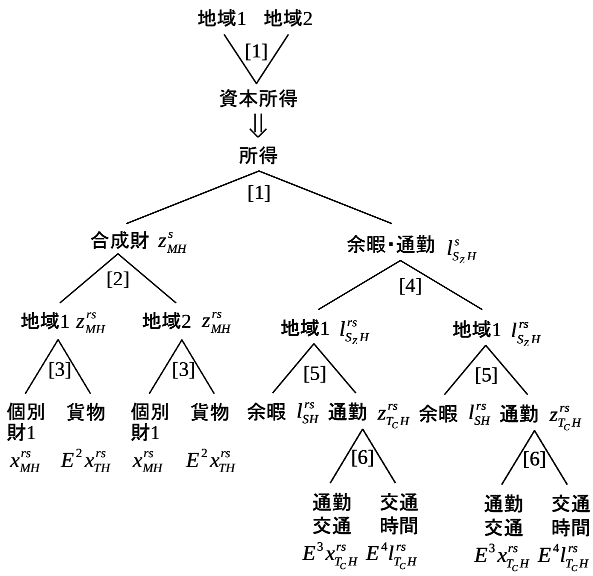

図-３ 家計行動モデルの概要

5.　数値計算による地域間交通整備評価

山梨県と神奈川県を対象とし，一部仮想データを用いて山梨～神奈川間の道路整備を行った際の影響を評価する．具体的には前節のSCGEモデルを用いて，山梨あるいは神奈川内の交通整備，および山梨－神奈川間の交通整備が山梨・神奈川にどのような影響をもたらすのかを明らかとする．

まず，ここで想定した整備は表-２のとおりであり，地域内・地域間交通所要時間削減率として設定した．

表-２　整備内容

所要時間	山梨	神奈川
山梨	−10.0%	−10.0%
神奈川	−5.0%	0.0%

整備による各需要や供給などの変化を表-３に示した．まず，表は縦方向に財の供給，横方向に財の需要の地域を示している．

これより，山梨から山梨，山梨から神奈川は家計の合成財需要・交通財需要とも需要量が増加していることがわかる．これは山梨内および山梨から神奈川への所要時間短縮率が大きいために効果も大きく出たものと思われる．

以上の結果を踏まえ便益を計測した結果が表-４である．これを見ると，便益額は山梨県と神奈川県を比べると，両者とも便益は出ているが山梨県の方がより大きく便益が出ている．それは，山梨での財消費が合成財，交通財，とも山梨の方が大きくなっていることによると思われる．

表−３　整備によるの各需要・供給などの変化

			山梨	神奈川	生産量
			変化率	変化率	変化率
山梨	家計合成財需要	価格	−0.01%	−0.01%	0.17%
		量	0.32%	0.27%	
	家計交通財需要	価格	0.24%	0.24%	−2.69%
		トリップ数	0.57%	0.51%	
		時間	0.57%	0.51%	
	労働供給		−0.10%	−0.10%	
	企業労働需要		−0.18%	−0.02%	
	企業資本需要		0.00%	0.10%	
神奈川	家計合成財需要	価格	0.00%	0.00%	0.08%
		量	0.14%	0.09%	
	家計交通財需要	価格	0.02%	0.02%	0.07%
		トリップ数	0.16%	0.11%	
		時間	0.16%	0.11%	
	労働供給		0.00%	−0.04%	
	企業労働需要		−0.10%	0.02%	
	企業資本需要		−0.06%	0.00%	

表−４　整備による便益

単位：百万円	山梨	神奈川
便益額	580,800	287,180

表−５　整備による所得変化

単位：百万円	家計所得		
	Without	With	変化率
山梨	81118319	81121607	0.00%
神奈川	94544436	94549121	0.00%

6.　おわりに

本研究は，旧来のSCGEモデルにおけるCES関数とレオンチェフタイプの非代替モデルとの不整合性に係わる問題を提起し，Barro型CES関数を用いることで統一的モデルを構築できることを示した．その上でSCGEモデルの再構築を行った．本研究で提示したSCGEモデルによれば，交通整備によって効率的投入が可能となった交通サービスあるいは交通時間を人々がどのように投入し，消費するのか，その結果企業の生産費用構造や家計効用水準にどういった影響を与えるのかが詳細に捉えられるようになったといえる．

現在は仮想データによる簡易モデルの結果の提示のみにとどまっているが，今後モデルの部門数や地域数を増やし、さらに実際の地域間道路整備に適用していきたいと考えている．

【参考文献】

1) 武藤慎一，森杉壽芳，青木優，桐越信：Barro型CES関数によるSCGEモデルの一般性向上，第23回応用地域学会研究発表会，2009.
2) Barro, R.J. and X.S-i. Martin : Economic Growth, the MIT Press, 2003 (大住圭介訳：内生的経済成長論Ⅰ, 九州大学出版会, 2006)