

IV-29

CGEモデルに基づく地域開発効果の計測

北海道大学大学院環境科学研究科 正員	宮田 譲
北星学園大学経済学部	佐藤泰久
札幌大学経済学部	高橋誠一
地域経済研究所	山崎尚子

1. はじめに

本研究はCGE (Computable General Equilibrium) モデルを用いて、北海道における地域開発効果の計測を試みるものである。北海道における地域開発は、近年リゾート開発を中心として、民間主導による開発が数多く見られるようになってきてはいるものの、依然として政府による開発の比重は大きなものと言える。この観点から、本研究では政府投資の増加に焦点を当て、その経済的影響を計測することを主たる目的としている。

地域開発効果の計測については既に多くの研究蓄積があり、その方法論についてもほぼ固まってきたものと言える。10年ほど前までは計量経済モデル、SDモデル、産業連関モデル等による計測が主流であったが、近年では森杉らによる一般均衡理論に基づく計測方法¹⁾²⁾、肥田野らによる資産価値に基づく方法³⁾、金本らによる地代(地価)関数に基づく方法など²⁾⁻⁵⁾、その背後に価格変化と効用水準の変化とを理論的に捉えた研究が定着してきているのが特徴である。

こうした従来の研究を概観すれば、森杉らの研究は一般均衡理論そのものに基づくものであり、一般均衡モデルをそのまま計測する帰着便益分析、補償需要関数等市場データから直接観察されない困難性を避けたショートカット法に分類される。一方、肥田野、金本らの研究は、対象とするプロジェクトや環境変化の地域的広がりが比較的小さく、企業や住民が移動費用無しに自由に移動ができるというケースを扱ったものであり、いわゆるsmall open cityの考え方に基づく効果計測方法である。この場合プロジェクトや環境変化に伴う住民の効用変化は、全て地代(地価)に帰着する。

前者と後者の優劣は対象とするプロジェクトの性質に依存することは言うまでもない。前者はプロジェクトの効果がかなり広域に及び、効果の計測が集計化された形でなされることが多い。後者は比較的狭い地域にのみ便益が帰着している場合に有効となる。さらに後者においては地点毎の便益計測が可能であり、プロジェクトの効率性のみならず、衡平性をも議論できることが特徴である。

こうして見ると、地代(地価)変化を計測する方法の方が、より詳細に便益計測ができ、かつその計測方法も簡便なことから、一般均衡モデルを構築するよりも実用的長所は大きいようにも思える。しかしsmall open cityの仮定の妥当性に関する議論⁹⁾、対象とするプロジェクトの影響範囲が広域にわたる場合などを考慮すると、一般均衡モデルの必要性は十分に高い。しかし従来から一般均衡モデルを比較的簡便に構築する方法は余りなく、従って実証的研究の進展はやや遅れていた感があった。しかし近年CGEモデルあるいはAGEモデルと呼ばれる操作性に非常に富むモデル分析が世界銀行を中心として開発され、その研究成果も急速に増加しつつある^{1), 7), 11)}。本研究もその流れをくむものであり、そして本研究で提示するモデルは、地域モデルとして限定すれば、日本において最初の試みとなるものである。

2. CGEモデルの概要

ここでは本研究で用いるCGEモデルの概要を説明する。

Measuring Effects of Regional Development Based on a CGE Model

by Yuzuru MIYATA, Yasuhisa SATO, Seiichi TAKAHASHI and Naoko YAMAZAKI

(1) モデルの前提条件

本研究で構築したモデルは一般均衡理論に基づいているために、以下の条件を前提としている。

①モデルの経済主体は、新SNAに基づき次の4つに分類される。

家計=家計+対家計民間非営利団体+企業+個人企業+公的企業

企業=企業+個人企業+公的企業（産業大分類別）

政府=国+道+市町村

対外部門=北海道以外の日本+外国

②財市場及び要素市場（資本、労働）での需給均衡。

③各経済主体はその予算制約を満たす。

④経済は長期均衡状態にある。

⑤対外バランスの成立。

(3) 経済主体の行動

①企業

企業は与えられた技術のもとで、費用を最小化するものと仮定する。企業の生産関数は、産業連関表とリンクさせるため、中間投入係数及び付加価値率についてはLeontief型生産関数、資本、労働の生産物についてはCES型生産関数を仮定すると、企業行動は以下のように定式化される。

$$\text{Min} \sum_{j=1}^J p_j \cdot V_{ji} + w_i \cdot L_i + r_i \cdot K_i \quad (1)$$

(U1i, ..., U1ai, Li, Ki)

$$\text{subject to} \\ \text{Min} \left\{ \frac{1}{a_{0i}} f_i(K_i, L_i), \frac{V_{1i}}{a_{1i}}, \dots, \frac{V_{1ai}}{a_{1ai}} \right\} = X_i \quad (2)$$

$$f_i(K_i, L_i) = \Phi_i \left((\delta_i L_i)^{\mu_i} + (1 - \delta_i) K_i^{\mu_i} \right)^{1/\mu_i} \quad (3)$$

$\mu_i = (1 - \sigma_i) / \sigma_i \quad (-1 \leq \mu_i \leq \infty)$

ここで、 p_j : j財生産物価格、 V_{ji} : i産業のj財に対する中間投入量、 w_i : i産業賃金率、 r_i : i産業資本収益率、 K_i : i産業資本ストック、 L_i : i産業労働投入、 X_i : i産業産出量、 Φ_i : f_i の測定単位、 δ_i : ウェイトパラメータ、 σ_i : 代替弾力性

これより労働と資本の需要関数は、以下のように求まる。

$$LD_i = \frac{1}{\Phi_i} a_{0i} X_i \left\{ \delta_i + (1 - \delta_i) \left(\frac{\delta_i r_i}{w_i (1 - \delta_i)} \right)^{(1 - \sigma_i)} \right\}^{1/\mu_i} \quad (4)$$

$$KD_i = \frac{1}{\Phi_i} a_{0i} X_i \left\{ (1 - \delta_i) + \delta_i \left(\frac{(1 - \delta_i) w_i}{\delta_i r_i} \right)^{(1 - \sigma_i)} \right\}^{1/\mu_i} \quad (5)$$

また長期均衡の仮定により、以下の式が成立する。

$$\text{利潤} = p_i \cdot X_i - \sum_{j=1}^J p_j \cdot a_{ji} X_j - w_i \cdot L_i - r_i \cdot K_i = 0 \quad (6)$$

②家計行動

家計は所与の資産、労働賦存量、価格体系のもとで、効用最大となる余暇需要(労働供給)、消費需要、貯蓄を決定する。余暇時間を全て労働供給とした場合の所得を完全所得と定義し、家計は完全可処分所得を余暇需要、総消費、貯蓄に配分するものと仮定する。貯蓄は完全可処分所得の一次関数とし、余暇と総消費に関するCES型効用関数を仮定すると、効用最大化問題は以下のように定式化される。

$$\text{Max} \left((1 - \beta)^{1/\nu} C^{(\nu-1)/\nu} + \beta^{1/\nu} F^{(\nu-1)/\nu} \right)^{\nu/\nu-1} \quad (7)$$

$$\text{subject to } p \cdot C + w \cdot F = Y + a - SH \quad (8)$$

ここで、C: 総消費、p: 消費財価格、F: 余暇(=生産年齢人口-就業人口)、Y: 完全所得(=完全労働所得+資本所

得+財産所得(純))、 a :純移転支払い(=社会保障純移転+家計経常純移転-直接税-間接税+補助金)、 SH :家計貯蓄、 PrH :家計財産所得(純)、 SwH :家計社会保障純移転、 TrH :家計経常純移転、 TH :直接税、 T :間接税-補助金、 β :ウェイトパラメータ、 ν :代替弾力性

これより余暇需要(労働供給)、総消費需要関数は以下のように求まる。

$$F = \frac{\beta(Y+a-SH)}{w^\nu \Omega} \quad (LS=E-F) \quad (9)$$

$$C = \frac{(1-\beta)(Y+a-SH)}{p^\nu \Omega} \quad (10)$$

$$\Omega = (1-\beta)p^{(1-\nu)} + \beta w^{(1-\nu)} \quad (11)$$

③政府部門

政府部門については、直接税、間接税-補助金、その他経常純移転、財産所得(純)を歳入として、政府消費支出、社会保障純移転を歳出し、残余を貯蓄するものとして以下の予算制約を設定する。

$$T+TG+TrG+PrG=p \cdot CG+SwG+SG \quad (12)$$

ここで、 p :価格、 T :間接税-補助金、 TG :直接税、 TrG :政府部門の経常純移転、 PrG :政府部門の財産所得(純)、 CG :政府消費支出、 SwG :社会保障純移転、 SG :政府部門の貯蓄(= $T+TG+TrG+PrG-SwG-CG$)

④対外部門

対外部門については、北海道による財の購入(北海道の移入)、財産所得(純)、その他経常純移転を所得とし、北海道から財を購入し(北海道の移出)、残余を貯蓄とする予算制約を設定する。

$$\sum_{i=1}^{10} p_i EM_i + PrO + TrO = \sum_{i=1}^{10} p_i EX_i + SO \quad (13)$$

ここで、 p_i : i 産業生産物価格、 EM_i : i 産業移入量、 PrO :対外部門の財産所得(純)(= $-PrH-PrG$)、 TrO :対外部門の経常純移転(= $-TrH-TrG$)、 EX_i : i 産業移出量、 SO :対外部門の貯蓄(= $EM+PrO+TrO-EX$)

⑤貯蓄=投資バランス

マクロレベルでの貯蓄=投資バランスは以下のように表現される。

$$SH+SG+SO-p \cdot I=0 \quad (14)$$

ここで、 p :投資財価格、 I :投資財需要

⑥ワルラス法則

以上の予算制約条件及び企業に関する長期均衡の仮定から、以下のワルラス法則が導かれる。

$$\begin{aligned} & p((X-A \cdot X)+EM-C-CG-I-EX) && \text{(財市場)} \\ & +w(LS-LD) && \text{(労働市場)} \\ & +r(KS-KD) && \text{(資本市場)} \\ & +(PrH+PrG+PrO)+(T-T) \\ & +(SwH+SwG)+(TrH+TrG+TrO)+(TG-TH)=0 \end{aligned} \quad (15)$$

⑦均衡条件

$$\text{財市場} \quad (I-A)X+EM=C+CG+I+EX \quad (16)$$

$$\text{労働市場} \quad LS=LD \quad (17)$$

$$\text{資本市場} \quad KS=KD \quad (18)$$

CGEモデルにおいては、上記の市場均衡が成立する均衡価格体系を収束計算によって求めることとなる。
なお本研究においては、パラメータの推定結果及びモデルの再現性等については文献8)を参考として、ここでは省略する。

3. シミュレーション分析

以上のモデルに基づき、ここでは北海道における政府投資が1000億円増加した場合の影響を見ることとしよう。政府投資の財源は税収が中心となるのが通常であるが、本研究で政府としているのは国、道、市町村で、道内で経済活動を行っているものと定義されることから、政府投資の財源は政府部門の貯蓄、固定資本減耗、資本移転の三種類であり、さらに投資貯蓄差額を埋めるため民間貯蓄から資金調達を行っているのが現状である。従って、ここでは政府投資1000億円の増額について、以下の2つのケースを設定した。

①ケース1

1000億円を道民に対する直接税増額と債券発行による家計貯蓄、対外部門貯蓄からの調達とするケース。

②ケース2

1000億円を道外経済から調達し、それを対外部門の予算制約条件には組み入れないケース。

これらのケースと基準年である1987年の変数値をまとめたものが表1である。なおここでは政府投資の経済効果を総合的に評価するため、家計の効用水準変化の貨幣換算である等価的偏差(EV)を用いている。EVは支出関数を用いて以下のように表現できる。

$$EV = e(p_0, w_0, U_1) - e(p_0, w_0, U_0) \\ = (U_1 - U_0) \{ (1 - \beta) p_0^{1-\nu} + \beta w_0^{1-\nu} \}^{1/(1-\nu)} \quad (19)$$

ここで、 $e(p_i, w_i, U_i)$: 支出関数、 U_i : 効用値、0,1: プロジェクト実施前、後を表すサフィックス

(1) ケース1

ケース1では分配所得に大きな課税がなされることから、道民可処分所得が減少し、家計消費が減少するとともに、賃金率が下がることにより労働供給が減少してしまうこととなった。この結果生産所得が減少することから、政府投資の1000億円増額を全て課税によって調達することは困難な状況となっている。

表1 主要変数のシミュレーション結果

(単位: 10億円)

	基準年次	ケース1	ケース2		基準年次	ケース1	ケース2
所得	15150	14985 (-165)	15251 (101)	間接税 -補助金	617	596 (-21)	631 (14)
余暇需要	1200	1215 (15)	1201 (1)	家計貯蓄	4069	4029 (-40)	4109 (40)
家計消費	8544	8462 (-82)	8579 (35)	政府貯蓄	278	335 (57)	378 (100)
政府消費	1990	1990 (0)	1990 (0)	対外部門 貯蓄	190	169 (-21)	155 (-35)
民間投資	2785	2681 (-104)	2790 (5)	家計 経常移転	199	198 (-1)	301 (102)
政府投資	1752	1852 (100)	1852 (100)	政 府 経常移転	1051	1051 (0)	1125 (74)
移 入	5624	5602 (-22)	5664 (40)	労働需要	2700	2684 (-16)	2699 (-1)
移 出	3753	3753 (0)	3753 (0)	資本需要	21058	21058 (0)	21058 (0)
最終需要	13705	13641 (-64)	13805 (100)	賃 金 率	3.843	3.827 (-0.016)	3.846 (0.003)
産 出 額	25606	25495 (-111)	25808 (202)	資本収益率	0.158	0.155 (-0.003)	0.158 (0)
直接税	1414	1493 (79)	1427 (13)	等価的偏差	-	-22.31	37.832

注1: 余暇需要, 労働需要の単位は千人

注2: 賃金率, 資本収益率の単位は百万円

注3: カッコ内は増減値

従って課税の増加分430億円と政府投資の増加分1000億円との差額570億円については家計貯蓄と対外部門貯蓄から調達する形となっている。地域の厚生水準を表すEVは約-223億円であり、地域経済の振興にも寄与していないことが示されている。さらに家計貯蓄及び対外部門貯蓄からの財源調達は、当然のことながら民間投資を圧迫することとなり、民間資本の蓄積が進まないことから、動学的には生産能力の拡大が阻害されることにもなる。このようにケース1では北海道内からの財源のみで政府投資の拡大を図ることは、逆に経済を縮小均衡の方向にもたらす可能性が指摘される。

(2) ケース2

ケース2では政府投資の増額1000億円を道外経済から調達するケースを想定するものであるが、この場合政府経常移転が740億円増加し、また直接税、間接税-補助金が260億円増加することにより、政府投資1000億円がファイナンスされている。この結果所得は1010億円増加し、家計消費も350億円増加するものとなった。総貯蓄は1050億円増加していることから、政府投資の増加は民間投資を圧迫していない。この結果EVは約378億円となり、北海道の経済環境の改善がなされていることが示されている。

なおこのケースについては、対外部門の予算制約条件を成立させたままで、政府経常移転を増加させることの方が自然ではあるが、この場合には政府貯蓄は1000億円増加するものの、対外部門の貯蓄も約1000億円減少し、家計、政府、対外部門の総貯蓄はほとんど変化しないものとなった。この場合、政府投資を1000億円増加させれば、民間投資は約1000億円減少し、総投資財需要としての効果はほぼ相殺されるといふ結果になった。

4. モデルの動学化に向けて

以上に述べた政府投資の効果はフローとしての効果であるが、言うまでもなく、政府投資は社会資本を形成し、その社会資本は耐用年数が数十年に及ぶという長期のものである。従って我々が政府投資の効果を検討する場合、フローとしての効果よりも、むしろストックの効果を重視するべきと言える。この場合、その分析は必然的に動学的なものにならざるを得ず、本研究のモデルも動学的に拡張することが必要となる。ここではモデルの動学化に向けて、北海道の社会資本整備と人口変化の關係に焦点を当てて、いくつかの課題を指摘しておこう。

以下の推計式は、北海道の5歳階級別人口の対全国比の変化を社会資本ストック及び賃金所得の対全国比を説明変数として回帰したものである。ここで、データは1975年から1986年までの12年間の時系列データを用いている。

$$dP_1 = \begin{matrix} 0.03250dKS_1 \\ (0.07) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.28089dKS_2 \\ (-0.60) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.09948dKS_3 \\ (-1.56) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.25184dKS_4 \\ (0.67) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.06971dY \\ (0.61) \end{matrix} \quad R^2=0.635 \quad (20)$$

$$dP_2 = \begin{matrix} -1.02209dKS_1 \\ (-1.11) \end{matrix} + \begin{matrix} 1.09382dKS_2 \\ (1.24) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.18664dKS_3 \\ (1.55) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.18676dKS_4 \\ (0.26) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.05249dY \\ (0.24) \end{matrix} \quad R^2=0.424 \quad (21)$$

$$dP_3 = \begin{matrix} 0.78085dKS_1 \\ (3.15) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.76254dKS_2 \\ (-3.57) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.09938dKS_3 \\ (-3.40) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.35072dKS_4 \\ (-2.03) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.06359dY \\ (1.21) \end{matrix} \quad R^2=0.853 \quad (22)$$

$$dP_4 = \begin{matrix} 0.55498dKS_1 \\ (1.19) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.45563dKS_2 \\ (-1.03) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.02406dKS_3 \\ (0.40) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.30709dKS_4 \\ (-0.86) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.06336dY \\ (0.58) \end{matrix} \quad R^2=0.430 \quad (23)$$

$$dP_5 = \begin{matrix} 0.09461dKS_1 \\ (0.13) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.20753dKS_2 \\ (0.31) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.05816dKS_3 \\ (-1.56) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.27365dKS_4 \\ (-0.50) \end{matrix} - \begin{matrix} 0.07802dY \\ (-0.47) \end{matrix} \quad R^2=0.470 \quad (24)$$

ここで、 dP_i :北海道の*i*年齢階級人口の対全国比変化 (1=0~14歳、2=15~29歳、3=30~44歳、4=45~64歳、5=65歳~)、 dKS_i :北海道の*i*社会資本ストックの対全国比変化(1=産業関連基盤、2=生活関連基盤、3=農業関連基盤、4=国土保全基盤)、 dY :北海道の賃金所得の対全国比変化、カッコ内は*t*値

以上の推計式を見ると、人口の対全国比変化を被説明変数としているため、決定係数、*t*値とも余り良い結果とはなっていないが、30~44歳人口については比較的良好な推定ができています。ここで注目されることは、生活関連社会資本ストックの寄与がマイナスとして推計されていることである。現在我が国におい

ては、生活関連社会資本ストックをより充実させていく方向にあるが、北海道で中核的役割を果たすと考えられる30～44歳人口については、むしろ生産関連基盤の充実が選好されているわけである。このことは今後北海道において、より質の高い生活環境を整備し、人口の定住化を促進していく上で、大きな課題となろう。従って北海道の人口社会移動について、より詳細な研究を重ね、住民のニーズにあった社会資本整備のあり方を検討する必要がある。そして北海道により多くの住民を引き付けるような社会資本整備の経済効果を調べるのが、本研究の今後の課題となる。

5. おわりに

本研究は北海道を対象としたCGEモデルを構築し、政府投資を1000億円増加した場合の経済効果を財源の違いに焦点を当て計測したものである。その結果、道内所得への課税強化により政府投資を増加した場合には、かえって北海道経済を後退させ、また民間資金から債券発行等により財源を調達した場合には民間投資を抑制し、政府投資の効果はほぼ相殺されてしまうことがわかった。従って道外からの財源調達以外には、有効な政府投資はできないという結論が導かれる。さらに政府投資による社会資本蓄積という点については、特に生活関連社会資本ストックと人口社会移動について、明確なプラスの相関関係を得ることはできなかった。今後人口移動及び資本移動に関するより詳細な研究を重ね、北海道における動学的拡大均衡経路の模索が本研究の課題と言えよう。

参考文献

- 1) Dervis, K., Melo, J. and Robinson, S. (1982): General Equilibrium Models for Development Policy, Cambridge University Press
- 2) Kanemoto, Y. and Nakamura, R. (1986): A New Approach to the Estimation of Structural Equations in Hedonic Models, *Journal of Urban Economics*, Vol.19, pp.218-233
- 3) 金本良嗣(1986): 地方公共財の理論、岡野行秀、根岸 隆編「公共経済学の展開」、東洋経済新報社、pp.29-48
- 4) Kanemoto, Y. (1988): Hedonic Prices and the Benefits of Public Projects, *Econometrica*, Vol.56, No.4, pp.981-989
- 5) 金本良嗣、中村良平、矢澤則彦(1989): ヘドニック・アプローチによる環境の価値の測定、*環境科学会誌* Vol.2, No.4, pp.251-266
- 6) 肥田野 登、中村英夫、荒津有紀、長沢一秀(1986): 資産価値に基づいた都市近郊鉄道の整備効果の計測、*土木学会論文集*第365号、pp.135-144
- 7) Hirfe, G. and Wiegard, W (1988): An Introduction to Applied General Equilibrium Tax Modelling, Bros, D., Rose, M. and Seidl, C.(ed.), "Welfare and Efficiency in Public Economics", Springer-Verlag, pp.167-203
- 8) 宮田 譲、佐藤泰久、高橋誠一、山崎尚子(1990): 地域経済の一般均衡モデル - CGEモデルからの視点一、*土木計画学研究・講演集*, No.13, pp.45-52
- 9) 森杉壽芳、由利昌平、中島晴美(1986): 地価変動による住環境便益測定方法に関する研究、*土木計画学研究・講演集*, No.9, pp.289-296
- 10) 森杉壽芳(1989): プロジェクト評価に関する最近の話題、*土木計画学研究・論文集* No.7, pp.1-31
- 11) Shoven, J.B. and Whalley, J. (1984): Applied General Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey, *Journal of Economic Literature*, Vol.22, pp.1007-1051