

将来社会経済シナリオ下での SCGE モデルによる道路投資評価*

An Evaluation Method of the Transport Project by SCGE under the Future Social Economic Scenarios*

小池淳司**・右近崇***・宮下光宏****・佐藤尚*****

By Atsushi KOIKE**, Takashi UKON***, Mitsuhiro MIYASHITA**** and Takashi SATO*****

1. はじめに

土木計画学の分野においても経済学的手法を用いた公共政策評価分析手法が一般化している。なかでも、ワラス体系を忠実に再現した、応用一般均衡分析（以下、CGE分析）は交通整備事業に代表される社会基盤計画の評価手法として広く用いられてきている¹⁾。

その理由は以下のようにまとめられる。①経済理論と整合的な便益の計測と同時に各種社会経済変数を知ることが可能である。②完全競争市場だけでなく税による歪みまたは不完全競争を想定した経済下での便益評価が可能となる。③応用一般均衡モデルが社会経済構造を忠実に表現可能であるため、交通整備以外の公共政策評価が同一のフレームで可能である。④さらに、将来の社会経済変化を経済理論と整合的に考慮することが可能である。本研究では、この特徴の4番目である将来の社会経済環境変化（以下、将来社会経済シナリオ）を考慮した道路投資の便益評価の感度分析を行うことを目的としている²⁾。一方、この将来経済シナリオをCGE分析に適用した例は、Nordhausら³⁾に代表される動学的CGEで用いられる手法である。そこでは、人口成長・技術進歩などを将来経済シナリオとして感度分析を行っているが、非空間CGEあり、空間的分析を行うことができない。また、本研究が取り扱うような、社会経済シナリオが混雑という外部不経済性を発生するという現象を取り扱うことができない。

具体的には、将来における人口減少シナリオおよび東アジア地域の経済成長シナリオを対象として、従来の空間的一般均衡モデルにこれら将来社会経済シナリオの影響をどのようにモデル化し、そして、実証分析を実施するののかの方法論を提案する。そして、道路交通整備を例に、シナリオの考慮により便益の総額および便益の地域

間帰着構造にどのような影響があるのかを考察する。

まず、人口減少シナリオでは、生産人口変化を外生要因と考え、生産における労働の初期保有量の減少をシナリオとして考慮することとする。一方、東アジアの経済成長シナリオでは、中国の経済成長を外生要因として、それに伴う国内交易の増加量を算出し、その結果からQV式を用いて計測される、道路混雑による所要時間の変化を考慮することで、その影響を考慮することとする。すなわち、道路投資の効果は、人口減少シナリオでは便益評価値を低くさせ、一方、東アジアの経済成長シナリオでは便益評価を高くさせることとなる。本研究ではその程度がどれほどであるかを実証分析から明らかにする。

以下、まず、本研究で取り扱う空間的応用一般均衡モデルの構造を示し、将来社会経済シナリオのモデル化手法、そして、関西大環状道路の整備を対象とした実証分析を示す。

2. モデルの構築

(1) 社会経済モデルと前提条件

図-1 に示す社会経済モデルを想定し、以下の仮定を設ける。

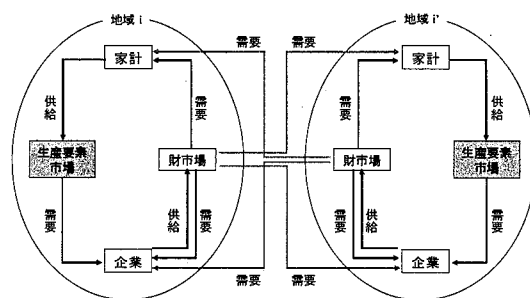


図-1 社会経済モデルの概略

- ① I 個に分割された空間を考える。
- ② 各地域には、アクティビティベースの J 個の企業と代表的世帯が存在する。
- ③ 財市場は地域に開放されているのに対して、生産要素市場は地域内で閉じている。
- ④ 各財については、消費地から見れば同一商品でも、生

*キーワード：整備効果計測法、公共事業評価法

**正員、工博、鳥取大学工学部社会開発システム工学科
(鳥取市湖山町南 4-101, e-mail: koike@sse.tottori-u.ac.jp)

***正員、工修、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング 株式会社政策研究事業本部
(名古屋市中区錦 3-20-27, e-mail: takashi.ukon@muc.jp)

****正員、工修、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング 株式会社政策研究事業本部
(名古屋市中区錦 3-20-27, e-mail: mitsuhiro.miyashita@muc.jp)

*****正員、工修、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング 株式会社政策研究事業本部
(名古屋市中区錦 3-20-27, e-mail: takashi.sato@muc.jp)

産地が異なればまったく異なる財として取り扱い、消費地側では合成財として取り扱うという Armington 仮定を前提とする。

⑤経済は長期均衡状態にあるものとする。

⑥生産される財により輸送費用が支払われるものとし、アイスバーグ型の交通抵抗を用いる。

(2) 企業の行動モデル

各地域にはアクティビティベースの J 個の企業が存在し、地域 i に立地し j 財を生産する企業は労働、資本、社会資本、自地域と他地域で生産された中間投入財により構成される生産要素を用いて図-2 に示すようなネスティッド型の生産構造技術を用いて生産を行うとする。

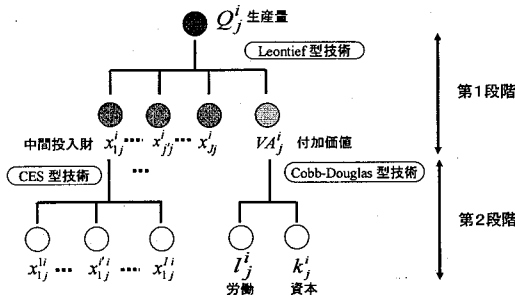


図-2 企業の行動モデル階層的構造

第1段階においては中間投入財と付加価値の生産技術を Leontief 型で仮定し、地域 i の j 財を生産する企業の生産関数を以下のように定式化する。

$$Q_j^i = \min \left(\frac{VA_j^i(l_j^i, k_j^i)}{a_{0j}^i}, \frac{x_{ij}^i}{a_{1j}^i}, \dots, \frac{x_{jj}^i}{a_{jj}^i}, \dots, \frac{x_j^i}{a_{j}^i} \right) \quad (1)$$

ただし、 Q_j^i : 地域 i 産業 j の生産量、 VA_j^i : 地域 i 産業 j の付加価値、 x_{jj}^i : 地域 i の産業 j' から産業 j への中間投入合成財、 a_{jj}^i : 地域 i の産業 j' から産業 j への中間投入合成財の投入係数、 a_{0j}^i : 地域 i 産業 j の付加価値比率

第2段階における付加価値は、労働と資本について規模に関して収穫一定である Cobb-Douglas 型を仮定する。

$$\begin{aligned} \min w^i l_j^i + r^i k_j^i \\ \text{s.t. } VA_j^i = \eta_j^i l_j^{\alpha_j^i} k_j^{\alpha_{2j}^i} \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、 w^i : 地域 i の労働賃金率、 r^i : 地域 i の資本レント、 l_j^i : 地域 i 産業 j の労働投入量、 k_j^i : 地域 i 産業 j の資本投入量、 η_j^i : 地域 i 産業 j の効率パラメータ、 α_{1j}^i : 地域 i 産業 j の生産要素(労働)の分配パラメータ、 α_{2j}^i : 地域 i 産業 j の生産要素(資本)の分配パラメータ ($\alpha_{1j}^i + \alpha_{2j}^i = 1$)

式(2)よりラグランジュ未定乗数法により解くと付加価値1単位あたり生産要素需要関数が求まる。

$$(\text{労働}) \quad cl_j^i = (\eta_j^i)^{-1} \left(\frac{\alpha_{1j}^i r^i}{\alpha_{2j}^i w^i} \right)^{\alpha_j^i} \quad (3)$$

$$(\text{資本}) \quad ck_j^i = (\eta_j^i)^{-1} \left(\frac{\alpha_{2j}^i w^i}{\alpha_{1j}^i r^i} \right)^{\alpha_j^i} \quad (4)$$

また、第2段階における企業の中間投入合成財に関しては、地域内外の生産技術を CES 型で仮定し、各地域からの中間投入財の投入制約下の費用最小化行動として以下のように定式化を行う。

$$\begin{aligned} \min \sum_{i \in I} P_{jj}^i x_{jj}^i &= \sum_{i \in I} (1+t^{ii}) P_{jj}^i x_{jj}^i \\ \text{s.t. } x_{jj}^i &= \phi_{jj}^i \left(\sum_{i \in I} \delta_{jj}^i x_{jj}^i \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} = 1 \end{aligned} \quad (5)$$

ただし、 P_{jj}^i : 地域 i' で生産された産業 j' の財を地域 i で消費する際の価格 ($P_{jj}^i = (1+t^{ii}) P_{jj}^i$)、 x_{jj}^i : 地域 i' から地域 i 、産業 j' から産業 j への中間投入財、 ϕ_{jj}^i : 地域 i の産業 j' から産業 j への効率パラメータ、 δ_{jj}^i : 地域 i' から地域 i 、産業 j' から産業 j への分配パラメータ ($\sum_{i \in I} \delta_{jj}^i = 1$)、 σ : 企業の地域選択の代替弾力性、 t^{ii} : 生産地価格と消費地価格のギャップ

式(5)をラグランジュ未定乗数法により解くと中間投入合成財1単位あたりの中間投入需要関数が求まる。

$$cx_{jj}^i = \frac{x_{jj}^i}{x_{jj}^i} = \frac{\delta_{jj}^i \sigma \{ (1+t^{ii}) P_{jj}^i \}^{-\sigma}}{\phi_{jj}^i \left\{ \sum_{i \in I} \delta_{jj}^i \sigma (1+t^{ii}) P_{jj}^i \right\}^{-\frac{\sigma}{\sigma-1}}} \quad (6)$$

また、この最適化問題に付随するラグランジュ乗数より、合成財価格 P_{jj}^i が決定される。

$$P_{jj}^i = (\phi_{jj}^i)^{-1} \left(\sum_{i \in I} \delta_{jj}^i \sigma (1+t^{ii}) P_{jj}^i \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (7)$$

さらに、企業の生産関数が規模に関して収穫一定を仮定しているため企業の超過利潤はゼロとなり、かつ価格受容者である企業が直面する生産財価格は単位生産量あたりの生産費用(平均費用)に等しくなる。

$$\begin{aligned} P_j^i &= \frac{(w^i l_j^i + r^i k_j^i) + \sum_{j \in J} P_{jj}^i x_{jj}^i}{Q_j^i} \\ &= a_{0j}^i (w^i cl_j^i + r^i ck_j^i) + \sum_{j \in J} a_{jj}^i P_{jj}^i \end{aligned}$$

$$= a_{0j}^i (w^i c l_j^i + r^i c k_j^i) + \sum_{j \in J} a_{fj}^i (\phi_{fj}^i)^{-1} \left(\sum_{i' \in I} \delta_{fj}^{i'} \sigma (1+t^{i'}) P_j^{i'1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (8)$$

(3) 世帯の行動モデル

各地域には代表的世帯が存在し、図-3に示すようなネスティッド CES 型の効用関数構造を持つと仮定する。

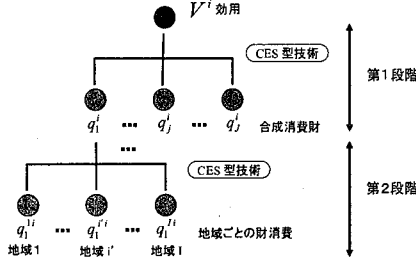


図-3 世帯の行動モデル階層的構造

第1段階では各合成消費財の代替関係を CES 型で表現し、所得制約条件下での効用最大化行動として以下のように定式化する。

$$V^i = \max \left(\sum_{j \in J} (\gamma_j^i)^{\frac{1}{\rho_1}} (q_j^i)^{\frac{\rho_1-1}{\rho_1}} \right)^{\frac{\rho_1}{\rho_1-1}} \quad (9)$$

$$s.t. \sum_{j \in J} p_j^i q_j^i = w^i L^i + r^i K^i$$

ただし、 V^i : 地域 i の間接効用関数、 q_j^i : 地域 i の世帯が消費する産業 j の合成財消費量、 L^i : 地域 i の労働供給量、 K^i : 地域 i の資本供給量、 γ_j^i : 地域 i の世帯における産業 j からの消費分配パラメータ、 ρ_1 : 世帯の合成消費における財選択の代替弾力性、 p_j^i : 地域 i の世帯が直面する産業 j の合成消費財価格

式(9)を解くと合成消費財の需要関数が得られる。

$$q_j^i = \frac{\gamma_j^i (w^i L^i + r^i K^i)}{(p_j^i)^{\rho_1} \sum_{j \in J} (p_j^i)^{1-\rho_1} \gamma_j^i} \quad (10)$$

次に第2段階では、合成消費財を形成する自地域製品と他地域製品の代替関係を CES 型で表現する。合成消費財需要関数から財の生産地別の消費水準を求めるために、合成消費財消費制約下でのサブ効用最大化行動として定式化する。

$$V^{ii} = \max \left(\sum_{i' \in I} (\gamma_{ji}^{i'})^{\frac{1}{\rho_2}} (q_{ji}^{i'})^{\frac{\rho_2-1}{\rho_2}} \right)^{\frac{\rho_2}{\rho_2-1}} \quad (11)$$

$$s.t. p_j^i q_j^i = \sum_{i' \in I} P_{ji}^{i'} q_{ji}^{i'} \quad \left(= \sum_{i' \in I} (1+t^{i'}) P_j^{i'} q_{ji}^{i'} \right)$$

ただし、 V^{ii} : 地域 i における産業 j の財に関する効用関数、 $q_{ji}^{i'}$: 地域 i の世帯が消費する地域 i' 産業 j の合成財消費

量、 $\gamma_{ji}^{i'}$: 地域 i' から地域 i への産業 j の消費分配パラメータ、 ρ_2 : 世帯の合成消費財における地域選択の代替弾力性

式(11)より、地域ごとの合成消費財の消費水準 cq_j^{ii} が求まる。

$$cq_j^{ii} = \frac{q_j^{ii}}{q_j^i} = \frac{\left\{ (1+t^{i'}) P_j^{i'} \right\}^{-\rho_2} \gamma_{ji}^{i'} p_j^i}{\sum_{i' \in I} \left\{ (1+t^{i'}) P_j^{i'} \right\}^{1-\rho_2} \gamma_{ji}^{i'}} \quad (12)$$

さらに、合成消費財の価格は式(11)の最適化条件に付随するラグランジュ乗数の逆数として求められる。

$$p_j^i = \left[\sum_{i' \in I} \gamma_{ji}^{i'} (1+t^{i'}) P_j^{i'} \right]^{\frac{1}{1-\rho_2}} \quad (13)$$

(4) 均衡条件

本モデルは企業に対して規模に関して収穫一定の生産技術を仮定しており、企業は常に需要に応じた生産を行う。そのため生産財市場における市場均衡条件は常に成立し、財価格は単位生産量あたりの費用として決定される。つまり式(8)で表現される $i \times j$ 個の方程式を解くことで財価格を求めることができる。そこで、本モデルの均衡条件としては財価格の均衡条件に加えて、本源的生産要素市場である労働市場と資本市場の均衡条件を考慮し、世帯の生産要素供給量と企業の生産要素需要量が一致すると考える。以下に均衡条件式を示す。

生産財市場

$$Q_j^i = \sum_{i' \in I} \sum_{j \in J} (1+t^{i'}) x_{ji}^{i'} + \sum_{i' \in I} (1+t^{i'}) cq_j^{ii} q_j^i \quad (14)$$

生産財価格体系

$$P_j^i = a_{0j}^i (w^i c l_j^i + r^i c k_j^i) + \sum_{j \in J} a_{fj}^i (\phi_{fj}^i)^{-1} \left(\sum_{i' \in I} \delta_{fj}^{i'} \sigma (1+t^{i'}) P_j^{i'1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad \text{再掲(8)}$$

生産要素市場

$$\text{(労働)} \quad \sum_{j \in J} a_{1j}^i \frac{a_{0j}^i Q_j^i}{w^i} = L^i \quad (15)$$

$$\text{(資本)} \quad \sum_{j \in J} a_{2j}^i \frac{a_{0j}^i Q_j^i}{r^i} = K^i \quad (16)$$

(5) 便益の定義

本モデルにおいて、企業の生産に必要な本源的生産要素は世帯から供給される労働と資本であるため、道路整備による効果は企業を通じて最終的には、世帯に帰着することになる。そこで道路整備前後の世帯の効用水準変化を用いて等価変分(EV: Equivalent Variation)によって定義

する。

$$EV = e(q^0, V^1) - e(q^0, V^0) \\ = (w^0 L + r^0 K) \left[\frac{V^1 - V^0}{V^0} \right] \quad (17) \\ = I^0 \left[\frac{V^1 - V^0}{V^0} \right]$$

ただし、0,1:道路整備前後を表すサフィックス、 I :可処分所得、 e :支出関数

(6) マークアップ率

道路ネットワーク整備は地域間移動の所要時間短縮をもたらす。モデル中においてはマークアップ率（交通抵抗） t^{ii} の減少で表現することが可能である。マークアップ率の導出方法は、道路整備前の交通一般化費用を算出して、その変化率に対して財価格に占める交通費用の割合を乗じて求めている。なお本検討において、東アジア経済シナリオは、地域間所要時間短縮インパクトの変化に伴って、このマークアップ率が変化するととして考慮している。詳細なシナリオのモデル化の手法については、3.において説明を行う。

$$t^{ii} = \frac{C^{ii}_1 - C^{ii}_0}{C^{ii}_0} \times \beta \quad (18)$$

$$C^{ii}_0 = v \times T^{ii}_0 + d^{ii}_0 \quad (19)$$

$$C^{ii}_1 = v \times T^{ii}_1 + d^{ii}_1 \quad (20)$$

ただし、 t^{ii} :マークアップ率、 β :財価格に占める輸送費用の割合(一定)、 v :時間価値(円/分)、 T^{ii} :所要時間、 d^{ii} :所要費用(高速道路料金など)、0,1:道路整備後を表すサフィックス

3. 将来社会経済シナリオのモデル化

本研究では以下に示す case0 から case2 までの3つの将来社会経済シナリオを想定する。人口減少シナリオでは、生産年齢人口の減少を、モデル中の世帯が保有する生産要素が減少することであるとして、考慮している。また、東アジア経済成長シナリオでは、東アジアの経済成長に伴う、日本と東アジア諸国との交易拡大により、国内の交通混雑が引き起こされると仮定し、道路整備を行うことによって、混雑を改善する所要時間短縮インパクトを考慮している。各々のシナリオの定量的分析へのモデル化の詳細については、次節以降に説明を行う。

- ・ case0:将来において現在と比べて変化なしとする
- ・ case1:人口減少を考慮する
- ・ case2:人口減少と東アジア経済成長を考慮する

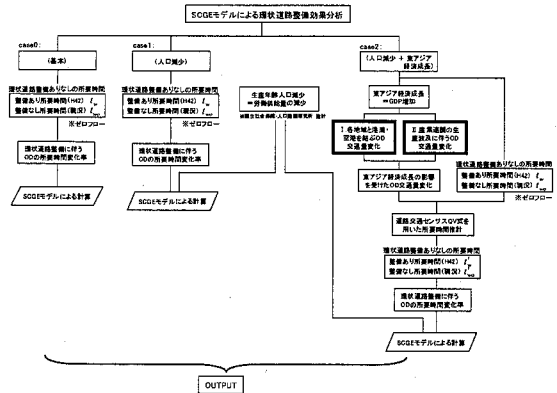


図4 シナリオケース別分析フロー

(1) 人口減少シナリオ

人口減少に伴う生産力減少のシナリオを分析に反映させる際は、生産年齢人口の減少を世帯の保有する本源的生産要素である労働供給量の減少と捉え、減少した労働供給量をインプットデータとして用いる。労働供給量が減少した際に成り立つ均衡状態を without、労働供給が減少し、さらに、所要時間短縮インパクトがもたらされた状況下で成り立つ均衡状態を with と想定し、人口減少シナリオ下における所要時間短縮効果を推計する。なお、本シナリオでは、人口減少に伴う一般交通量低下から引き起こされる所要時間短縮インパクトの変化は考慮していない。

表-1 将来の生産年齢人口⁴

	生産年齢人口 (単位:1,000人)		変化率 (%)		生産年齢人口 (単位:1,000人)		変化率 (%)
	平成7年 (1995)	平成42年 (2030)			平成7年 (1995)	平成42年 (2030)	
1 北海道	3,943	2,683	-32%	25 滋賀県	874	950	9%
2 青森県	991	705	-29%	26 京都府	1,842	1,460	-21%
3 岩手県	925	688	-26%	27 大阪府	6,422	4,652	-28%
4 宮城県	1,596	1,383	-13%	28 兵庫県	3,756	3,199	-15%
5 秋田県	787	487	-38%	29 奈良県	999	767	-23%
6 山形県	799	571	-29%	30 和歌山県	709	487	-31%
7 福島県	1,380	1,047	-24%	31 鳥取県	391	307	-21%
8 茨城県	2,030	1,601	-21%	32 島根県	478	346	-28%
9 栃木県	1,351	1,100	-19%	33 岡山県	1,294	1,007	-22%
10 群馬県	1,360	1,058	-22%	34 広島県	1,956	1,454	-26%
11 埼玉県	4,977	4,167	-16%	35 山口県	1,019	665	-35%
12 千葉県	4,225	3,402	-19%	36 徳島県	542	389	-28%
13 東京都	8,705	7,792	-10%	37 香川県	678	496	-27%
14 神奈川県	6,098	5,348	-12%	38 愛媛県	982	692	-30%
15 新潟県	1,626	1,189	-27%	39 高知県	522	391	-25%
16 富山県	752	542	-28%	40 福岡県	3,382	2,987	-12%
17 石川県	799	585	-27%	41 佐賀県	567	420	-26%
18 福井県	540	413	-24%	42 長崎県	994	646	-35%
19 山梨県	585	462	-21%	43 熊本県	1,196	933	-22%
20 長野県	1,421	1,149	-19%	44 大分県	801	558	-30%
21 岐阜県	1,430	1,056	-26%	45 宮崎県	761	550	-28%
22 静岡県	2,564	1,909	-26%	46 鹿児島県	1,120	895	-20%
23 愛知県	4,919	4,182	-15%	47 沖縄県	842	843	0%
24 三重県	1,240	960	-23%	48 全国	87,165	69,578	-20%

(2) 東アジア経済成長シナリオ

東アジアの経済成長は、1995年(平成7年)から2030年(平成42年)の間における中国のGDP⁵の予測値をもって説明する。中国の経済成長に起因する日本と中国との交易拡大に伴う交通量増加の要因として下記の2つの影響を考慮する必要があると考える。

I. 各地域と港湾・空港を結ぶ OD 交通量変化
II. 産業連関の生産波及に伴う OD 交通量変化

I. に関しては交通トリップ増加による渋滞発生を想定し、II. に関しては日本に対する追加的需要に関連する産業活動に付随した交通トリップ増加を想定している。これら交通トリップ増加を反映した交通量のもとでの道路整備ありなしの所要時間変化率を推計し、これらの変化率をマークアップ率の変化としてモデルにインプットしている。交通トリップ増加により、without 時においては、現状よりも交通負荷が高い状況にあり、この東アジア経済成長シナリオを考慮した道路整備による所要時間短縮インパクトは、将来シナリオを考慮しない状況よりも大きなものになると想定される。以下に、東アジア経済成長シナリオを受けた OD 交通量推計方法について記述を行う。

(a) 各地域と港湾・空港を結ぶ OD 交通量変化

国内各地域がアジア向け輸出に利用する港湾・空港の取り扱いデータ⁹⁾を用いて、現況における各地域と港湾・空港を結ぶ交易量(重量ベース)を把握する。輸出重量ベースの交易量を、下記の換算値をもとに1個の20ftコンテナを1台のトラックであると仮定しトラック台数に換算する。

表-2 コンテナ換算値⁷⁾

コンテナタイプ(個)	貨物量
20ftコンテナ	18.7 フレートトン

次に中国の GDP を説明変数、日本の輸出貨物トン量を被説明変数として回帰分析を行い、2030 年(H42 年)時点の中国 GDP 推定値をもとに、将来時点の日本の輸出貨物トン量を推計する。推計結果及び回帰分析に用いたデータは以下の通りである。ただし、本検討においては、単純化のために線形関数で定義している。

表-3 中国 GDP⁸⁾と日本の輸出貨物トン量⁹⁾

年次	和暦	中国 GDP (億元)	日本の輸出 量(千トン)	推計輸出貨 物量(千トン)
1988	S63	13,853	81,368	85,091
1989	H01	15,677	81,811	86,350
1990	H02	17,400	85,062	87,540
1991	H03	19,580	90,580	89,045
1992	H04	23,938	100,728	92,055
1993	H05	31,380	108,177	97,194
1994	H06	43,800	111,981	105,770
1995	H07	57,733	116,636	115,391
1996	H08	67,795	115,703	122,339
1997	H09	74,772	120,419	127,157
1998	H10	79,553	119,325	130,459
1999	H11	82,054	125,840	132,186
2000	H12	89,404	131,482	137,261
2001	H13	95,933	139,332	141,769
2002	H14	102,398	155,062	146,234
2003	H15	117,252	168,825	156,491
2030	H42	1,179,466		889,982

$$Y = 0.69053 X + 75524.8 \quad (21)$$

ただし、Y:日本の輸出貨物トン量(千トン)、X:中国 GDP(億元)

表-4 回帰分析結果

	係数	標準誤差	t値
切片	75524.8	3773.1	20.02
X値	0.69053	0.0560	12.33

重相関 R	0.9569
重決定 R2	0.9157
補正 R2	0.9096

中国の GDP 成長率は約1,943%(1995-2030年)であり、金額にして 1,179,466 億元にのぼると想定される。推定した回帰式を用いると、2030 年時点で日本の輸出貨物トン量は 889,982 千トン、2003 年と比較すると約 5.7 倍の規模に膨らむことが想定される。ここで、日本の輸出貨物トン量の増加率と同じ率で都道府県別アジア向け輸出重量が増加すると仮定を置き、東アジア経済成長による各都道府県と港湾・空港を結ぶ OD 交通量変化率の推計を行う。

(b) 産業連関の生産波及に伴う OD 交通量変化

まず中国と日本の貿易状況を把握するためにアジア国際産業連関表¹⁰⁾より日本から中国への輸出額の集計を行い、中国の GDP 成長率を考慮して 2030 年(平成 42 年)の将来時点における中国向けの輸出増加額を算出する(表-5)。

表-5 中国に対する輸出額¹⁰⁾

(単位: 100万ドル)			
	日本の最終需要 額・輸出額	中国に対する 輸出額(①)	中国向け輸出額 増加分: 2030年 (①×1.943%)
1 農業、林業、漁業、畜産	48,609	67	1,301
2 鉱業、採石業	40	18	348
3 製造業	1,342,538	26,113	507,360
4 電気・ガス・水道業	74,970	0	0
5 建設業	844,151	0	0
6 商業、運輸業	851,171	2,859	55,549
7 サービス業	2,155,428	3	61
合計	5,316,906	29,060	564,619

1995 年時点における日本の中国向け輸出額である約 291 億ドルに中国の GDP 成長率(1943%)を乗じて算出した約 5,600 億ドルが追加的需要として日本に帰着するものとする。国内の各都道府県に対する帰着額については、中国向け海上・航空輸送金額の実績をもとに集計した下表に示す割合を用いて算出する。

表-6 中国向け総輸出金額に占める各県の中国向け輸出金額⁹⁾

都道府県名	中国向け輸出金額に占める各県の割合(%)	都道府県名	中国向け輸出金額に占める各県の割合(%)	都道府県名	中国向け輸出金額に占める各県の割合(%)	都道府県名	中国向け輸出金額に占める各県の割合(%)
北海道	0.4%	埼玉県	4.3%	岐阜県	1.9%	佐賀県	0.5%
青森県	0.6%	千葉県	5.4%	静岡県	3.1%	鳥取県	0.3%
岩手県	0.1%	東京都	12.5%	愛知県	9.2%	岡山県	0.1%
宮城県	1.1%	神奈川県	7.1%	三重県	2.0%	広島県	0.4%
秋田県	0.5%	新潟県	0.5%	滋賀県	2.5%	山口県	2.9%
山形県	0.8%	富山県	1.0%	京都府	2.0%	徳島県	0.3%
福島県	1.3%	石川県	1.6%	大阪府	11.1%	香川県	0.0%
茨城県	3.0%	福井県	1.7%	兵庫県	6.4%	愛媛県	1.1%
栃木県	1.4%	山梨県	0.5%	奈良県	0.7%	高知県	0.0%
群馬県	2.4%	長野県	4.1%	和歌山県	0.7%	福岡県	2.2%

上記で推計した将来時点の最終需要額を産業連関表に代入し、産業連関を通じた国内地域間の波及考慮し、産業連関表の内生部門における交通量の変化率を OD 交通量変化率と捉える。

これら a), b) で推計された OD 交通量変化率を足しあわせた変化率を現況の交通量配分結果の交通量に掛けて、東アジア経済成長を受けた将来時点の OD 交通量を推計する。

(c) QV 式を用いた混雑の表現

東アジア経済成長を受けた OD 交通量をもとに、道路交通センサス¹⁰⁾で設定されている QV 式を用いて、道路整備前後の所要時間変化率を算出する。ただし、本検討においては、地域の内々交通量の変化は対象にしておらず、東アジア経済成長シナリオを受けた内々の所要時間短縮インパクトの変化は考慮していない。

前提条件

- 対象とする OD は、with-without で所要時間が減少している OD とする。すなわち、大環状道路ネットワークの整備効果のある OD を対象とする。
- 増加を想定しない時の without 時の交通量は Qmin で与えられ、下図のように交通量が増加することにより速度が減少すると考える。
- 単純化のために without 時の府県間のリンクは OD に 1 本と仮定し、路線を特定する。府県間の交通は、全てこの特定した路線を通るものとする。
- 道路整備が完成する with 時は混雑が発生しないと仮定する。

図-5 QV 式を用いた混雑の考え方

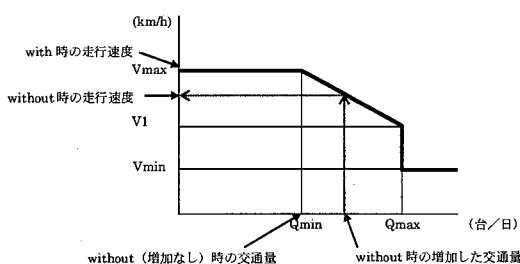


表-7 without 時の対象路線と QV 条件

種別	道路	車線	Vmax	V1	Vmin	Qmin	Qmax
名神高速	高規格幹線道路	4	100	50	10	0	64,000
近畿自動車道紀勢線		4	100	50	10	0	64,000
中国自動車道		4	100	50	10	0	48,000
瀬戸大橋		4	100	50	10	0	64,000
国道24号	国道バイパス	4	60	30	10	25,000	50,000
名阪国道		4	60	30	10	25,000	50,000

4. パラメータ設定

本研究が対象とする地域区分は 47 都道府県とし、産業分類は下表に示すように 8 産業とする。また、基準均衡データとして都道府県間産業連関表¹²⁾を用いる。

表-8 産業分類

1 農林水産業	4 電気・ガス・水道業	7 運輸・通信業
2 製造業	5 商業	8 サービス業
3 建設業	6 金融・保険業	

モデル内の各経済主体の行動モデルに関するパラメータは前述の基準均衡データを用いてキャリブレーション手法によって導出した。ただし、代替弾力性については既存研究の値を採用した。パラメータの詳細については、下表において示す。

表-9 企業行動に関するパラメータ

パラメータ	データ説明(導出方法)	出典
a_{ij}^1	付加価値比率 $a_{ij}^1 = \frac{VA_{ij}^1}{P_j Q_j^1} = \frac{w_j^1 + r_j^1 k_j^1}{P_j Q_j^1}$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
$a_{ij}^{1'}$	投入係数 $a_{ij}^{1'} = \frac{x_{ij}^1}{P_j Q_j^1}$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
α_{ij}^1	付加価値の分配パラメータ(労働) $\alpha_{ij}^1 = \frac{w_j^1}{w_j^1 + r_j^1 k_j^1}$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
$\alpha_{ij}^{1'}$	付加価値の分配パラメータ(資本) $\alpha_{ij}^{1'} = \frac{r_j^1 k_j^1}{w_j^1 + r_j^1 k_j^1} = 1 - \alpha_{ij}^1$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
η_j^1	付加価値の効率パラメータ $\eta_j^1 = \frac{w_j^1 + r_j^1 k_j^1}{\left\{ \left(\frac{1}{P_j} \right)^{\frac{1}{\sigma_j^1}} \left(\frac{1}{k_j^1} \right)^{\frac{1}{\sigma_j^1}} \right\}}$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
δ_{ij}^1	中間投入の分配パラメータ $\delta_{ij}^1 = \frac{(1+r^1) P_j^1 x_{ij}^1 \frac{1}{\sigma_j^1}}{\sum_{i=1}^n (1+r^1) P_j^1 x_{ij}^1 \frac{1}{\sigma_j^1}}$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
ϕ_{ij}^1	中間投入の効率パラメータ $\phi_{ij}^1 = \frac{\sum_{i=1}^n (1+r^1) P_j^1 x_{ij}^1 \frac{1}{\sigma_j^1}}{\left(\sum_{i=1}^n \delta_{ij}^1 x_{ij}^1 \frac{1}{\sigma_j^1} \right)^{\frac{1}{\sigma_j^1}}}$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
σ	中間投入財における地域選択の代替弾力性	0.8 既存研究 ¹³⁾

表-10 世帯行動に関するパラメータ

パラメータ	データ説明(導出方法)	出典
γ_j^1	分配パラメータ(合成消費財に関する) $\gamma_j^1 = \frac{p_j^1 q_j^1}{\sum_{j=1}^n p_j^1 q_j^1}$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
$\gamma_j^{1'}$	分配パラメータ(消費財に関する) $\gamma_j^{1'} = \frac{q_j^{1'} \left\{ (1+r^1) P_j^1 \right\}^{\frac{1}{\sigma_j^{1'}}}}{\sum_{j=1}^n q_j^{1'} \left\{ (1+r^1) P_j^1 \right\}^{\frac{1}{\sigma_j^{1'}}}}$	都道府県間産業連関表 ¹²⁾
ρ_1	合成財消費の財選択の代替弾力性	0.8 既存研究 ¹⁴⁾
ρ_2	合成財消費の地域選択の代替弾力性	0.8 既存研究 ¹⁵⁾

5. 実証分析

実証分析として、第二名神、京奈和自動車道、神戸淡路鳴門自動車道、山陽自動車道、紀淡連絡道路の 5 路線から構成される関西大環状道路の整備効果について将来の社会経済シナリオを組み込んで計測を行った。まず、具体的な道路ネットワーク条件としては、関西大環状道路において既に供用されている区間であっても without のネットワークに含めず、環状道路リング全体の効果を把握することに焦点をあてた設定とした。将来社会経済

シナリオについては3.で説明した case0 から case2 までの3ケースを取り扱う。以下に3つの将来シナリオ、分析対象路線図を示す。

- ・ case0: 将来において現在と比べて変化なし(基本)
- ・ case1: 人口減少を考慮した場合(人口減少)
- ・ case2: 人口減少と東アジア経済成長を考慮した場合(人口減少+東アジア経済成長)

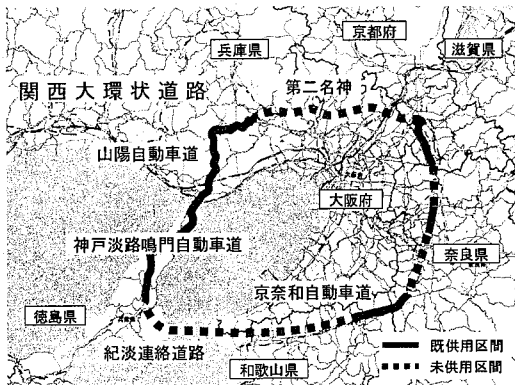


図-6 分析対象路線

図-7 はシナリオケース毎の生産額(産業合計)の変化額を表している。case1 の下での変化額は、case0 の結果を下回っているが、生産額は増加している。人口減少社会において、道路整備が生産額減少に歯止めをかける効果が表れていると考えることができる。

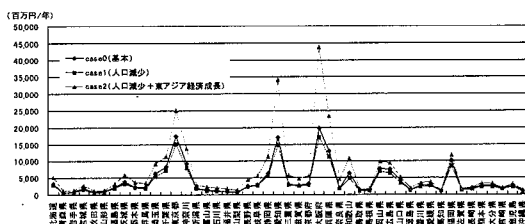


図-7 シナリオケース別生産額変化(産業合計)

また、図-8 は単年度あたりの便益をプロットしたものであるが、生産額変化と同様の傾向を示している。便益の全国合計では case0: 約 3,145 億円/年、case1: 約 2,722 億円となった。一方、case2 では、交易拡大に伴う地域間 OD 交通量増加による without 時の走行速度低下を想定しているため、交通トリップの集中が予想される貿易拠点となる港湾・空港を有する地域及び背後圏となる地域において、case1 と case2 の便益の差が非常に大きくなっている。case2 における便益の全国合計は約 3,958 億円/年であった。

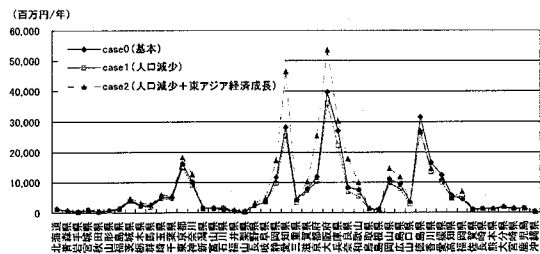


図-8 シナリオケース別単年度便益

図-9 は case0 における便益について都道府県別に塗り分けたものである。case0 から case2 までの結果は便益の大きさは各々異なるものの、各都道府県に対する便益の波及状況には大きな違いはみられず、関西大環状道路のリング全体の効果は近畿だけでなく、全国的に波及している。特に地域間移動の所要時間短縮が大きな地域及び首都圏、中部圏など既存の産業・経済の集積地において便益が大きいことが確認できる。

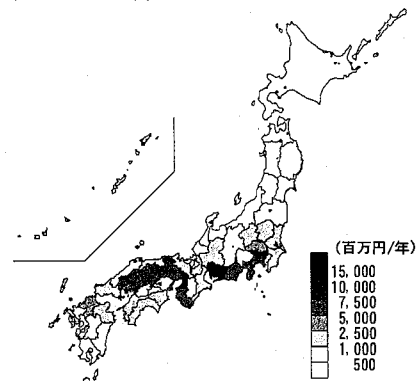


図-9 case0 における単年度便益

6. おわりに

本研究では、従来型の SCGE 分析による便益計測に加えて、将来社会経済シナリオを考慮した場合の便益の計測手法および実証分析結果を示した。ここで扱った将来社会経済シナリオは①人口減少シナリオ②東アジア地域の経済成長シナリオである。これらの将来社会経済シナリオを、経済理論と整合的な CGE のフレームの中で考慮し、同じ土俵の上で表現することを試みた。その結果からは、将来経済シナリオの考慮により、便益総額(総社会的便益)への影響はもとより、その地域間分配(地域帰着便益)に大きく影響することがわかった。なお、本研究での②東アジア地域の経済成長シナリオに関しては、かなり限定的な分析となっている。そのため、より詳細な結果を算出するためには以下の改良を加える必要がある。(1)輸出入量の増加による交通混雑を県間の QV 式を用いて推定しているが、交通ネットワーク配分モデルを

用いた分析をする必要がある。(2)輸出入量の変化は、本来ならば国内生産財市場の純輸出項目として、その影響を考慮すべきである。以上の改良を考慮することでより精度の高いシナリオを設定することができ、シナリオに応じて精緻な分析が可能となる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング加藤義人氏に貴重なご示唆を頂いた。ここに記して感謝の意を示す。なお、本稿に関するあらゆる誤りや責任は筆者に帰属するものである。

参考文献

- 1) 土木学会土木計画学研究委員会:応用一般均衡モデルの公共投資評価への適応,土木学会ワンデイセミナー,シリーズ 15,1998.
- 2) 小池淳司:応用一般均衡分析における政策変数設定,第 57 回土木学会中国支部研究発表会発表概要集,pp.325-326,2005.
- 3) Nordhaus, D. W. and J. Boyer : Roll the DICE Again, MIT Press, 1999.
- 4) 国立社会保障・人口問題研究所:都道府県の将来推計人口,2002.
- 5) Goldman Sachs, Dreaming With Bricks : The Path to 2050,Global Economics Paper No.99,2003.
- 6) 財務省関税局調査保税課評価係(輸出入貨物物流動向研究会):輸出入貨物に係る物流動向調査(平成 15 年 4 月),日本関税協会,2003.
- 7) 港湾投資の社会経済効果に関する調査委員会:港湾投資の評価に関するガイドライン 1999,pp.2-2-37, 1999.
- 8) 中国情報局 <http://searchchina.ne.jp>
- 9) (財)日本関税協会:外国貿易概況.
- 10) アジア経済研究所:1995 年アジア国際産業連関表, 2001.
- 11) 国土交通省道路局:平成 11 年度道路交通センサス,(社)交通工学研究会,2001.
- 12) 宮城俊彦・石川良文・由利昌平・土谷和之:地域内産業連関表を用いた都道府県間産業連関表の作成,土木計画学研究・論文集,Vol.20.No.1,pp.87-95,2003.
- 13) 小池淳司・上田孝行・秋吉盛司:社会資本ストック崩壊による経済的被害の空間的把握ー空間的応用一般均衡モデルによる計量厚生分析ー,土木計画学研究論文集, Vol.21,no.2,pp.367 - 374,2004.
- 14) 市岡修:応用一般均衡分析,有斐閣,1991.

将来社会経済シナリオ下での SCGE モデルによる道路投資評価*

小池淳司**・右近崇***・宮下光宏****・佐藤尚*****

近年、ワルラス体系を忠実に再現した応用一般均衡分析(以下、CGE 分析)は、交通整備事業に代表される社会基盤計画の評価手法として広く用いられてきている。そこで本研究では、将来の社会経済変化を経済理論と整合的に考慮することが可能であるという CGE 分析の特徴を生かし、将来における人口減少および東アジア地域の経済成長を対象といった将来の社会経済環境変化(以下、将来社会経済シナリオ)を考慮した道路投資の便益評価の感度分析を行うことを目的としている。具体的には、従来の空間的一般均衡モデルにこれら将来社会経済シナリオの影響をどのように整合的にモデル化を行い、そして、実証分析を実施するののかの方法論を提案する。

An Evaluation Method of the Transport Project by SCGE under the Future Social Economic Scenarios*

By Atsushi KOIKE**, Takashi UKON***, Mitsuhiro MIYASHITA**** and Takashi SATO*****

In recent years, the computable general equilibrium analysis which faithfully reproduced the Warlas system has been widely used as the evaluation technique of infrastructure plan. This study aims at performing sensitivity analysis of benefit evaluation for the road investment in consideration of a future social economy environmental change such as the population reduction and the economic growth of East Asia area in the future.

Specifically, it suggests the methodology to model the influence of a future social economic scenario conformably to the conventional spatial general equilibrium model and to carry out the actual empirical analysis.