

空間的応用一般均衡分析における地域細分化による道路整備便益の影響分析*

Effects of Regional Segmentation on the Benefit Evaluation of Road Investments by SCGE model *

小池淳司**・片山慎太郎***・川本信秀****

By Atsushi KOIKE**・Shintaro KATAYAMA***・Nobuhide KAWAMOTO****

1. 背景と目的

道路ネットワーク整備などの社会資本整備評価の手法として、応用一般均衡分析が用いられることが多くなってきている¹⁾。これは、社会資本整備の効果をより詳細に分析できる特徴を有しているためである。また、この応用一般均衡分析を、空間的に拡張した空間的応用一般均衡分析は、道路整備など空間構造を変化させる社会資本整備の特徴を表現できることに加え、算出された効果の空間的帰着状況を分析できるという理由から、近年その開発が精力的に行われてきた²⁾。

この空間的応用一般均衡モデルの実証分析を行う場合、最初に分析対象の空間範囲および空間分割を設定しなければならない。分析対象の空間範囲は、その社会資本整備の影響範囲が及ぶ範囲を設定するのが通常である。一方、分析対象の空間分割に関しては、モデルの構造およびデータ入手可能性の制約から、ある程度の空間分割が決められる。図-1は代表的な応用一般均衡モデルと空間分割を示している。

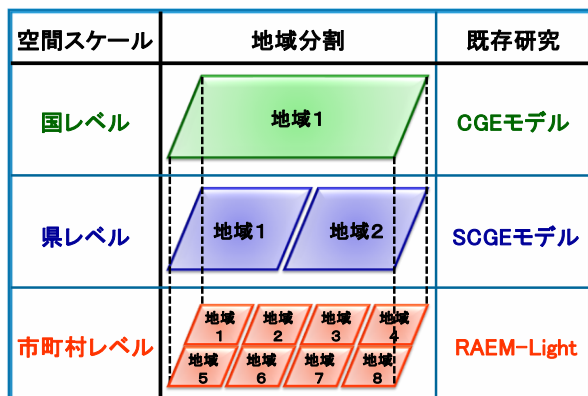


図-1 地域分割と既存研究

このなかで、著者らが開発したRAEM-Lightモデル³⁾はデータ信頼性の許す限り、かなり詳細な空間分割が可能なモデル構造をしている。このような詳細地域を対象とした空間的応用一般均衡分析は、より詳細な帰着便益分析を可能にする一方で、どの程度の空間分割を行うべきかといった新たな問題点が提起されてきた。

そこで、本研究では、分析の空間分割により、道路交通ネットワーク整備の効果が、総便益でどの程度影響するのか、また、帰着分布にどのように影響するか実証研究を通じて比較することを研究の目的としている。

2. モデルの概説 (RAEM-Light2.0⁴⁾)

モデル構築に際して以下の仮定を設ける。

- ① 多地域多産業で構成された経済を想定する。
- ② 財生産企業は、家計から提供される生産要素（資本・労働）、他の財生産企業が生産した生産物を投入して、新たな生産財を生産する。
- ③ 家計は企業に生産要素（資本・労働）を提供して所得を受け取る。そして、その所得をもとに財の消費を行う。
- ④ 交通抵抗をIce-berg型で考慮する。

また、本モデルでは、以下のサフィックスで変数を表す。

- ・地域を表すサフィックス： $I \in \{1, \dots, i, \dots, j, \dots, I\}$
- ・産業を表すサフィックス： $M \in \{1, \dots, m, \dots, n, \dots, M\}$

(1) 企業行動モデル

各地域には生産財ごとに1つの企業が存在することを想定し、地域*i*において財*m*を生産する企業の生産関数をコブダグラス型で仮定すると以下ようになる。

$$Y_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m} \quad (1)$$

ただし、

- Y_i^m : 地域*i* 財*m*の生産量
- L_i^m : 地域*i* 財*m*の労働投入
- K_i^m : 地域*i* 財*m*の資本投入
- α_i^m : 分配パラメータ

*キーワード：RAEM-Light, 地域細分化, 帰着便益

**正員, 博(工), 鳥取大学工学部社会開発システム工学科

***学生会員, 工, 鳥取大学大学院工学研究科

(鳥取県鳥取市湖山町南4-101)

TEL0857-31-5313, FAX0857-31-0882

****正員, 工修, 復建調査設計株式会社

(広島県広島市東区光町2-10-11)

TEL082-506-1853, FAX082-506-1893

A_i^m : 効率パラメータ (全要素生産性)

生産に関する最適化問題は以下のように生産技術制約下での利潤最大化行動となる。

$$\begin{aligned} \max. \quad & q_i^m y_i^m - w_i L_i^m - r K_i^m \\ \text{s.t.} \quad & Y_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m} \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、

w_i : 地域 i の賃金率

r : 資本レント

q_i^m : 地域 i 財 m の生産者価格

上式より、生産要素需要関数 L_i^m 、 K_i^m と生産者価格 q_i^m が超過利潤ゼロの条件から平均費用として得られる。

$$L_i^m = \frac{\alpha_i^m}{w_i} q_i^m Y_i^m \quad (3)$$

$$K_i^m = \frac{1-\alpha_i^m}{r} q_i^m Y_i^m \quad (4)$$

$$q_i^m(N_i, w_i, r) = \frac{w_i \alpha_i^m r^{1-\alpha_i^m}}{A_i^m (\alpha_i^m)^{\alpha_i^m} (1-\alpha_i^m)^{1-\alpha_i^m}} \quad (5)$$

(2) 家計行動モデル

各地域には家計が存在し、自己の効用が最大になるよう自地域と他地域からの財を消費するとする。このような家計行動が以下のような所得制約下での効用最大化問題として定式化できる。

$$\begin{aligned} \max. \quad & U_i(d_i^1, d_i^2, \dots, d_i^M) = \sum_{m \in M} \beta^m \ln d_i^m \\ \text{s.t.} \quad & \bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} = \sum_{m \in M} p_i^m d_i^m \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、

U_i : 地域 i の効用関数

d_i^m : 地域 i 財 m の消費水準

p_i^m : 地域 i 財 m の消費者価格

β^m : 財 m の消費の分配パラメータ ($\sum_{m \in M} \beta^m = 1$)

\bar{K} : 資本保有量

\bar{l}_i : 一人当たりの労働投入量 ($\bar{l}_i = \sum_{m \in M} L_i^m / N_i$)

上式より、消費財の最終需要関数 d_i^m が得られる。

$$d_i^m = \beta_i^m \frac{1}{p_i^m} \left(\bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} \right) \quad (7)$$

(3) 地域間交易モデル

Harkerモデルに基づいて、各地域の需要者は消費者価格 (c. i. f. price) が最小となるような生産地の組み合わせを購入先として選ぶとする。地域 j に住む需要者が生産地 i を購入先として選択したと、その誤差項がガンベル分布に従うと仮定すると、その選択確率は、次式のLogitモデルで表現できる。

$$s_{ij}^m = \frac{Y_i^m \exp[-\lambda^m q_i^m (1 + \psi^m t_{ij})]}{\sum_{k \in I} Y_k^m \exp[-\lambda^m q_k^m (1 + \psi^m t_{kj})]} \quad (8)$$

ただし、

t_{ij} : 交通抵抗 (費用)

λ^m : ロジットパラメータ

ψ^m : 価格にしめる輸送费率

この選択確率を用いることで財 m が地域 i から地域 j へ供給される地域間交易量は次のように表される。

$$z_{ij}^m = N_j d_j^m s_{ij}^m \quad (9)$$

ただし、

z_{ij}^m : 財 m の地域 i から地域 j の交易量

また、消費者価格は次の式を満たしている。

$$p_j^m = \sum_{i \in I} s_{ij}^m q_i^m (1 + \psi^m t_{ij}) \quad (10)$$

(4) 市場均衡条件式

本モデルでは、以下の市場均衡条件が成立する。

労働市場

$$\sum_{m \in M} L_i^m = \bar{L}_i \quad (11)$$

財市場 (需要)

$$N_j d_j^m = \sum_{i \in I} z_{ij}^m \quad (12)$$

財市場 (供給)

$$y_i^m = \sum_{j \in J} (1 + t_{ij}^m) z_{ij}^m \quad (13)$$

(5) 便益の定義

本モデルでは施策の効果を計測する指標として経済的効果を等価変分 (EV: Equivalent Variation) を用いて以下のように定義した。

$$EV^i = \left(w_i^0 L_i^0 + r K_i^0 \right) \left(\frac{e^{U_i^1} - e^{U_i^0}}{e^{U_i^0}} \right) \quad (14)$$

ただし、

0,1: 道路整備の有無を表すサフィックス

3. 実証分析

本研究では、中国・四国・近畿・九州地方の1府11県(鳥取県, 島根県, 岡山県, 広島県, 山口県, 徳島県, 香川県, 高知県, 愛媛県, 兵庫県, 大阪府, 福岡県)を対象とし、整備予定の高速道路(図-2)を例に、地域分割数を5ケースに分け、地域別帰着便益、地域全体での便益額の比較を各ケースで行う。

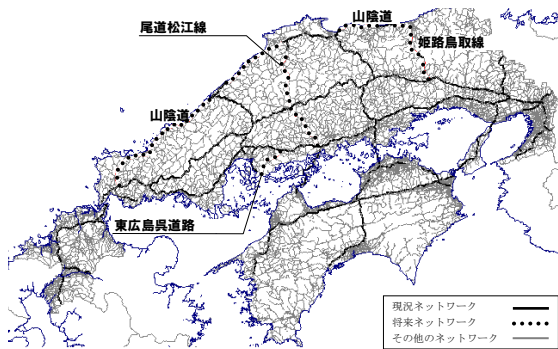


図-2 対象ネットワーク

地域分割数のケース設定は表-1に示す。まず、最も細分化したケースとして地域数は59ゾーンとする。これは、中国・四国地方では各県を二次生活圏で分割し、兵庫県・大阪府・福岡県については2~3地域にそれぞれ分割する。この59ゾーン(ケースI)をベースとし、地域分割数を増やしていく。具体的には、生活圏レベルで分割した41ゾーン(ケースII)、都道府県レベルで分割した12ゾーン(ケースIII)、地区レベルで分割した5ゾーン(ケースIV)および3ゾーン(ケースV)である。

表-1 ゾーン分割によるケース設定

ケース設定	ゾーン分割	空間レベル
ケースI	59ゾーン	二次生活圏レベル
ケースII	41ゾーン	生活圏レベル
ケースIII	12ゾーン	都道府県レベル
ケースIV	5ゾーン	地域①レベル
ケースV	3ゾーン	地域②レベル

ここで、交易モデルに必要なODデータは、ケースIのものを集計して用いる。一方、地域間所要時間はケースIのデータをODデータにより加重平均して算出している。なお、対象産業は第一次産業、第二次産業、第三次産業とし、各ケースで算出したロジットパラメータの推定結果を表-2に示す。ただし、第三次産業については交易なしと設定して分析を行っている。

表-2 各ケースでのロジットパラメータ推定結果

		第一次産業	第二次産業
ケースI	λ^m	2.84	2.29
	ψ^m	0.082	0.121
	相関係数	0.2514	0.2715
ケースII	λ^m	2.01	2.27
	ψ^m	0.115	0.122
	相関係数	0.2574	0.3107
ケースIII	λ^m	10.88	2.68
	ψ^m	0.621	0.088
	相関係数	0.5044	0.4464
ケースIV	λ^m	2.44	4.03
	ψ^m	0.134	0.129
	相関係数	0.6488	0.8380
ケースV	λ^m	2.81	2.90
	ψ^m	0.093	0.087
	相関係数	0.7895	0.7841

4. 分析結果

図-3は、各ケースでの帰着便益を計測したものである。まず、全てのケースにおいて、中国地方の特に山陽側に経済効果が計測され、続いて兵庫県、大阪府などの関西圏へ便益が帰着していることが分かる。逆に、九州地方(福岡県)では、マイナスの効果が計測される。これは、高速道路が整備されることで、中国地方と近畿圏での交易が増加することで、九州地方での生産が減少しているためだと考えられる。また、今回の分析で、九州地方での帰着の傾向が3ゾーンで計測したケースだけ、他のケースと異なり、プラスの効果が計測されている。

この結果から、地域細分化により帰着便益の空間的構造への影響は比較的少ないと考えられる。一方でケースVのみ九州地方でプラスの便益が計上されている。この原因は、より詳細な分析により明らかにする必要がある。

次に、図-4は各ケースでの地域全体の便益額を比較している。これによると、地域数が細くなるほど、便益額が多く計測されていることが分かる。また、空間分割の違いにより、ケースIとケースIVで120%ほどの計測誤差が生じていることがわかる。これらの原因は、所要時間を算出する際に加重平均を用いていることに起因

すると考えられるが、より詳細な分析が必要である。

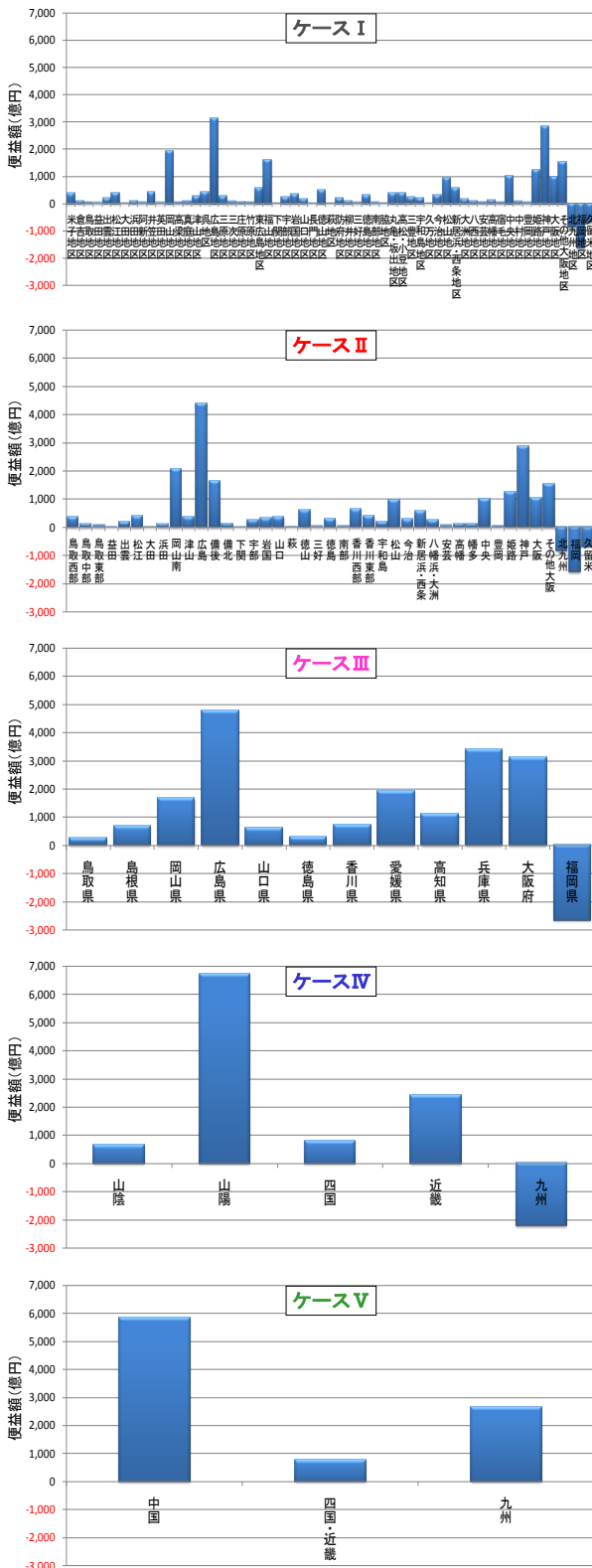


図-3 各ケースでの帰着便益

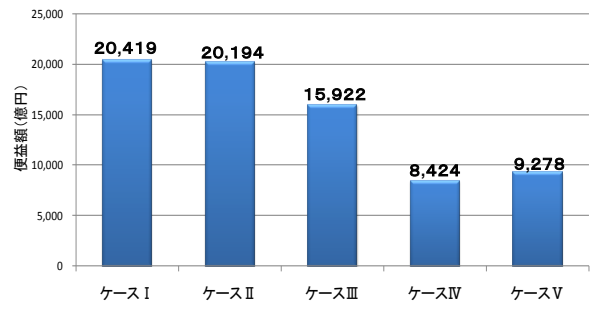


図-4 各ケースでの地域全体の便益額

5. まとめ

本研究では、交通整備評価において空間的応用一般均衡分析を用いる場合の空間分割の違いにより、帰着便益の空間分布構造の違いおよび総便益に及ぼす影響を分析した。その結果、帰着便益の空間分布構造には大きな変化は見られないが、地域全体での便益額への影響が大きいたことが確認できた。

一方、その原因に関しては、未だ十分な考察が加えられていない。計測結果を詳細に分析することにより、これらの原因を明らかにする必要がある。なお、詳細な分析に関しては講演時に発表する予定である。

参考文献

- 1) 土木計画学ワンデーセミナーシリーズ15「応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用」, 土木学会, 1998.
- 2) 小池淳司: 経済均衡モデルによる公共事業評価—地域の変化を測る—, 運輸政策研究, Vol.8 No.2, pp.72-73, 2005.
- 3) 小池淳司・川本信秀: 集積の経済性を考慮した準動学的SCGEモデルによる都市部交通渋滞の影響評価, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, 2006.
- 4) Atsushi, K. Lori, T. and Keisuke, S. : A Spatial Benefit Incidence Analysis of Highway Network Project, 11th Uddevalla Symposium Kyoto, Presentation paper, 2008