

Logit 型応用一般均衡モデルにおける 基準財価格に関する感度分析

佐々木 武志¹・石倉 智樹²

¹非会員 首都大学東京 都市環境学部 (〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

²正会員 首都大学東京准教授 都市環境学部 (〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail: iskr@tmu.ac.jp

社会資本整備による経済効果を分析するにあたり費用便益分析が広く用いられてきたが、部分均衡であるがゆえの課題も挙げられている。この課題を解消するため、一般均衡理論に基づき分析を行う空間的応用一般均衡 (SCGE:Spatial Computable General Equilibrium) モデルの開発が進められている。本研究では、小池ら¹⁾によって挙げられている、地域間交易のモデル化時に logit モデルを適用することによって生じる理論的な問題点に焦点を当てている。ただしモデルの改良を目的とした研究ではなく、この問題点が実務の場においてどれほどの影響を及ぼすのか、またどのような条件下で影響が生じやすいのかを検証することを目的としている。

Key Words: SCGE, RAEM-Light, numeraire, logit model, benefit, interregional trade

1. はじめに

社会資本整備は国や各都道府県などが公共事業として行うものであり、適切な経済効果の分析を行った上で入念な計画を行う必要がある。この経済効果の分析手法として、事業による経済効果を定量的に評価することが可能な費用便益分析が広く用いられているが、部分均衡分析であるがゆえの課題も抱えている。

そこで現在、空間的応用一般均衡 (SCGE:Spatial Computable General Equilibrium) モデルの開発が進められている。部分均衡理論に基づいて分析を行う費用便益分析に対し、SCGE モデルでは一般均衡理論に基づいて分析を行うため、事業による間接的な効果や事業対象地域内部の経済効果を比較することが可能である。これは社会資本整備を計画する上で、地域間公平性を保つという観点から非常に大きな利点となる。

研究が進む中で小池ら¹⁾は Logit モデルを適用した RAEM-Light を開発した。Logit モデルは交通分野での実績が多く、代表的な SCGE モデルとして実用化に向けた研究が進められている。

しかし Logit 型空間的応用一般均衡モデルでは、一般均衡理論において前提となっている需要関数の 0 次同時性が保証されていない。そのため、分析時のニューメーラール財が変化した場合に分析結果が変化してしまうという問題が生じる。

この問題点について佐藤²⁾は理論的な改善策を提案しているが、分析結果の変化は非常に小さく悪影響は無いのではないかとこの考えもある。そこで本研究では

この理論的な問題点を実務での分析結果においてどれほどの影響をおよぼすのかを検証するということを目的としている。

2. モデル

本研究では、Logit 型 SCGE モデルの代表例である RAEM-Light と等価なモデルを構築する。

(1) 地域間交易のモデル化

地域 j の居住者が財 m を購入する際に地域 i から購入する確率 s_{ij}^m 、Logit モデルを用いて以下の (1) 式で算出する。

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

ただし、 s_{ij}^m : 地域 j の需要者が財 m を購入する際に地域 i から購入する確率、 Y_i^m : 地域 i 財 m の生産量、 q_i^m : 地域 i 財 m の生産地価格、 ψ^m : 財 m の価格に占める輸送費率、 t_{ij} : 交通抵抗、 λ^m : ロジットパラメータ

(2) 便益の定義

等価変分 (EV) を用い、以下の式で便益を定義する。

$$EV^i = (w_i^0 L_i^0 + r_i) \left(\frac{U_i^1 - U_i^0}{U_i^0} \right) \quad (2)$$

ただし、 $0, 1$: 事業のあり無しを表すサフィックス、 w_i : 地域 i の賃金率、 L_i : 地域 i における労働投入量、 r : 資

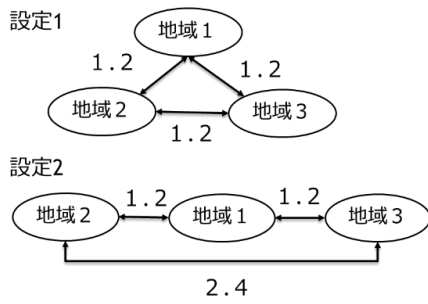


図-1 各地域間の移動所要時間

表-1 分析対象シナリオ

	移動所要時間	事業対象
シナリオ 1	設定 1	全地域間
シナリオ 2	設定 1	地域 1,2 間のみ
シナリオ 3	設定 2	全地域間
シナリオ 4	設定 2	地域 1,2 間のみ

本レント, K_i : 地域 i における資本投入量, U_i : 効用関数

(3) モデルの問題点

ここで本研究に用いるモデルが抱えている問題点について示す。以下に (1) の logit モデルの式を再度示す。

$$s_{ij}^m = \frac{Y_i^m \exp[-\lambda^m q_i^m (1 + \psi^m t_{ij})]}{\sum_{k \in I} Y_k^m \exp[-\lambda^m q_k^m (1 + \psi^m t_{kj})]} \quad (3)$$

この式において財の生産地価格を表す q_i^m は指数項に含まれており, 財の生産地価格が t 倍 ($t > 0$) された場合でも選択確率 s_{ij}^m は t 倍されないことが分かる。需要関数にはこの選択確率が用いられているため, 本モデルは需要関数の 0 次同時性が保証されない。

SCGE モデルは一般均衡体系を前提としており, 需要関数の 0 次同時性が満たされる必要がある。これが満たされない場合, ニューメレール財の設定によって財の需要が変化してしまうといった問題が生じる。

3. 感度分析の方法

本分析においては, 以下の手順により, ニューメレール価格を変えたことによる影響を分析する。

- モデルは 2. で示したモデルを利用する。
- 3 地域 2 産業を想定しいずれの地域, 産業共に規模は一定とする。
- 事業を行うことで, 地域間の移動所要時間が 1 割減少することとする。

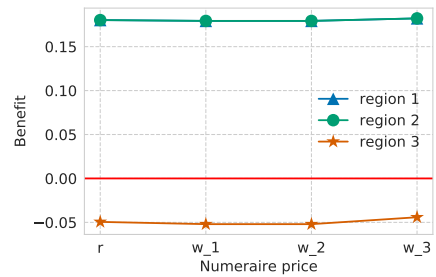


図-2 感度分析 1 のシナリオ 2 の便益

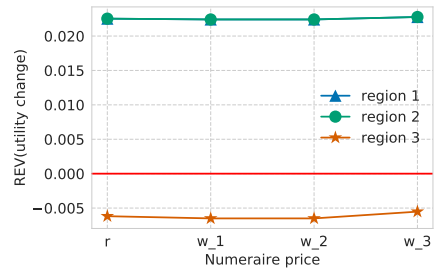


図-3 感度分析 1 のシナリオ 2 の効用変化率

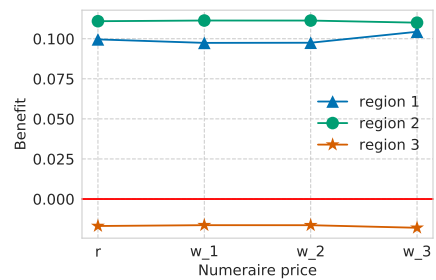


図-4 感度分析 1 のシナリオ 4 の便益

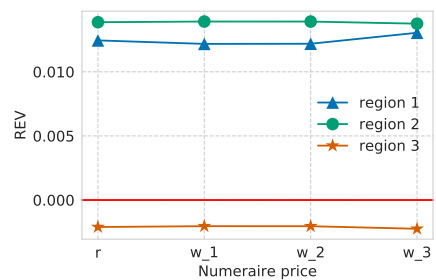


図-5 感度分析 1 のシナリオ 4 の効用変化率

- 地域の位置関係は図-1 のような設定 1, 設定 2 とし, 表-1 にある計 4 通りのシナリオで分析を行う。まず感度分析 1 として, ニューメレール財を資本レント (r), 各地域の賃金率 (w_1, w_2, w_3) の計 4 通りとし便益, 効用変化率を算出する。次に感度分析 2 としてニューメレール財を一定とし, ニューメレール財の価格水準を変化させ便益, 効用変化率を算出する。もしモデルが 0 次同次性を満たしていればニューメ

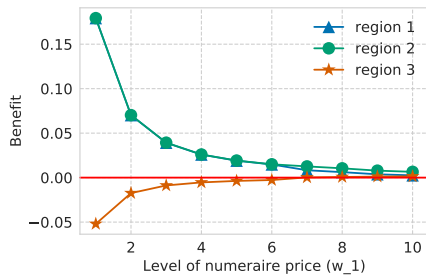


図-6 感度分析 2 のシナリオ 2 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の便益

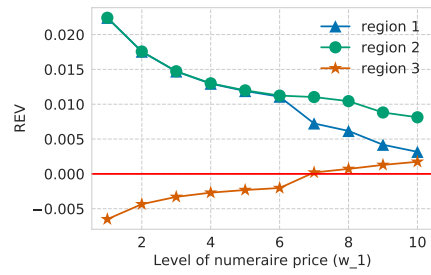


図-7 感度分析 2 のシナリオ 2 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の効用変化率

レール財とする財やニューメレール財の価格水準を変化させても均衡状態の実質値には影響が及ばず、便益および効用変化率の地域間分布は変化しない。したがって、本感度分析は 0 次同次性が満たされないことによる実質的な影響を検討することを目的としている。

4. 分析結果

(1) 感度分析 1 の分析結果

図-2～図-5 に、4 つのシナリオの中で一番感度が大きかったシナリオ 4 の分析結果を示す。このグラフをみると、便益、効用変化率共に値の変化は小さく、地域間の大小関係の変化もみられない。このことからニューメレール財を変化させた場合の感度は小さいということがわかる。

(2) 感度分析 2 の分析結果

図-6～図-9 に感度分析 2 の結果を示す。なお、便益の地域間分布への影響に着目するため、図-6 と図-8 においては、 $w_1 = 1$ の場合の便益に対する相対値を示している。グラフから分析結果をみると、便益については、ニューメレール財価格が大きくなると、一部のシナリオでは地域間の便益の大小関係が変化することがある。また効用変化率においては便益よりも感度が大きく、特に設定 2 であるシナリオ 4 において地域間の大小関係の変化が非常に顕著にみられた。つまり、ニューメレール財の価格水準を変化させた場合については感度が大きいということがわかる。

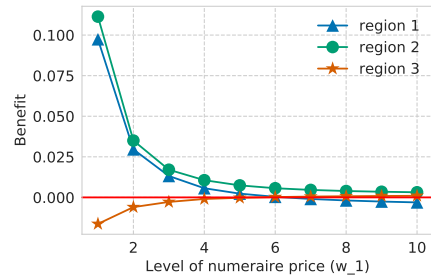


図-8 感度分析 2 のシナリオ 4 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の便益

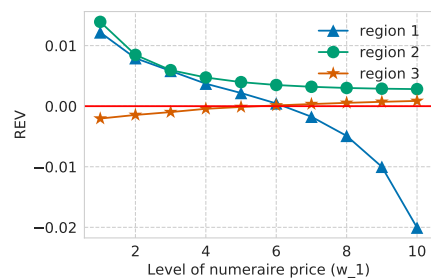


図-9 感度分析 2 のシナリオ 4 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の効用変化率

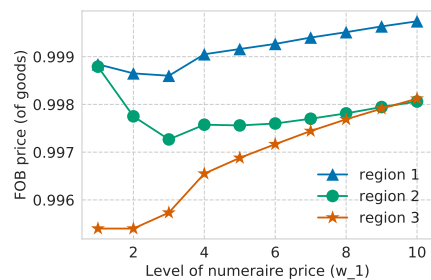


図-10 シナリオ 4 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の生産地価格

5. 考察

5. の結果から、ニューメレール財を変化させた場合については、いずれのシナリオにおいても感度は小さく、ニューメレール財の価格水準を変化させた場合については、感度が大きいということがわかった。このような結果となった要因を調べるため、各ケースの価格変化の状況を図-10～図-13 に示す。これらは、感度が

大きく地域間の大小関係の変化が顕著だったシナリオ 4 で地域 1 の賃金率 (w_1) をニューメレール財とした場合の結果であり、効用変化率の分析結果に大きな影響を及ぼす資本レント、各地域の賃金率、財の生産地価格、財の生産額の変化である。ただし、数値の相対的変化

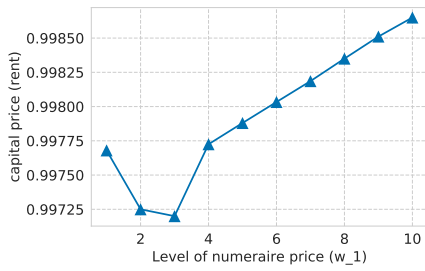


図-11 シナリオ 4 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の資本レント

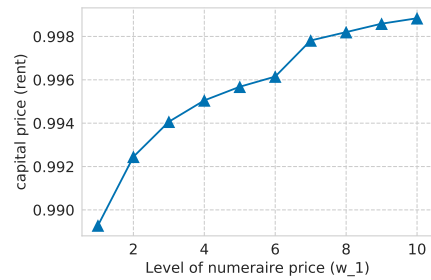


図-15 シナリオ 2 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の資本レント

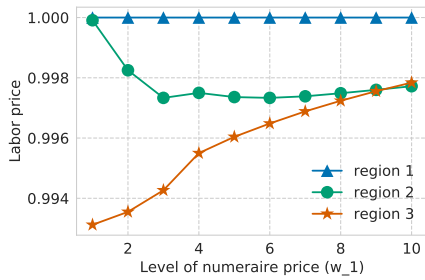


図-12 シナリオ 4 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の賃金率

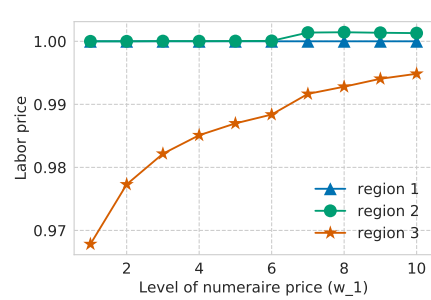


図-16 シナリオ 2 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の賃金率

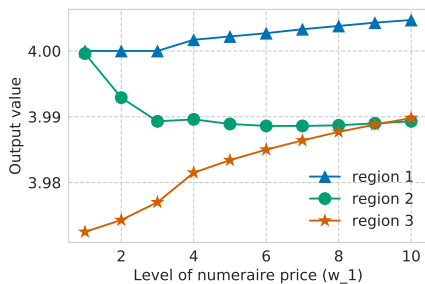


図-13 シナリオ 4 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の生産額

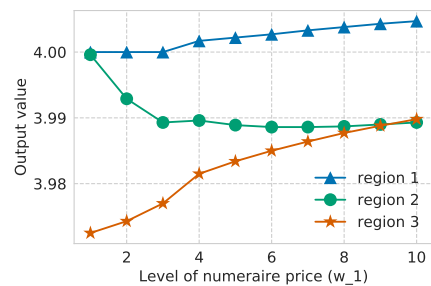


図-17 シナリオ 2 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の生産額

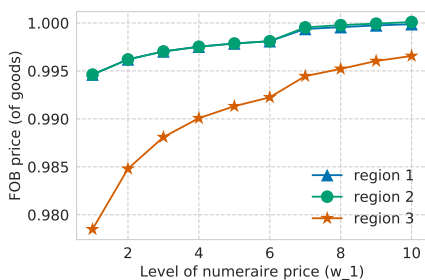


図-14 シナリオ 2 で地域 1 の賃金率をニューメレール財とした場合の生産地価格

を理解しやすくするため、財の生産額以外のパラメータについてはニューメレール財の価格水準で除した値を図示している。

まず図-10 より、ニューメレール財の価格を 1.0 ずつ変化させた場合の財の生産地価格は大きく変化してい

くことがわかる。

一方でニューメレール財とする財を変化させた場合については、各地域の賃金率や資本レントの値の差が 0.1 以下となっており、どの財をニューメレール財としても財の生産地価格には大きな変化がない。

財の生産地価格は 1 式内で指数項に含まれているため、この生産地価格の値の変化が大きいと選択確率の値の変化が大きくなり、分析結果に大きな影響を及ぼしたのではないかと考えられる。

また、本研究の感度分析では各地域間の移動所要時間が設定 2 であるシナリオ 3,4 の方が、設定 1 であるシナリオ 1,2 と比較して感度が大きく、地域間の便益、効用変化率の大小関係の変化も大きいことがわかった。

そこで、モデル内の価格変化状況を比較するため、図-12 ~図-15 でシナリオ 2 を適用した結果を示している。

図-8～図-15 を用いて両シナリオの結果を比較すると、シナリオ 4 の方がニューメレール財の価格水準に対する、各地域の賃金率や財の生産地価格の大小関係の変化が大きいことがわかる。

6. 結論

本研究で行った感度分析では、いずれのシナリオについてもニューメレール財とする財を変化させた場合については感度が小さく、ニューメレール財に設定した財の価格を変化させた場合については感度が大きい、という結果を得ることができた。

また、設定 1 のように分析対象地域が等間隔にある場合よりも、設定 2 のように横並びとなっている場合のほうが感度は大きくなるという結果も得ることが出来た。

参考文献

- 1) 小池淳司, 佐藤啓輔, 川本信秀: 帰着便益分析による道路ネットワーク評価, 第 37 回土木計画学研究発表会, 2008.
- 2) 佐藤啓輔: 空間的応用一般均衡モデルのための地域間交易モデルに関する研究, 神戸大学大学院工学研究科, 博士論文, 2016.
- 3) 小池淳司, 川本信秀: 集積の経済性を考慮した準動学 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, No.23 no.1, 2006.
- 4) 小池淳司, 佐藤啓輔: 社会資本整備評価のための SCGE モデルにおける地域間交易モデルの理論的・実証的検証, JICE, 助成受付番号第 13007 号, 応用研究課題番号 (2), 2015