

完全競争と独占的競争を同一産業内に考慮した 空間的応用一般均衡モデルの開発と実証

小池 淳司¹・伊藤 朗²・石倉 智樹³

¹正会員 神戸大学大学院 工学研究科 (〒657-8501神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail:koike@lion.kobe-u.ac.jp

²正会員 株式会社価値総合研究所 (〒100-0004東京都千代田区大手町二丁目2番1号 新大手町ビル8階)

E-mail:akrito@vmi.co.jp

³正会員 首都大学東京 都市環境科学研究科 都市基盤環境学域 (〒192-0397東京都八王子市南大沢1-1)

E-mail:iskr@tmu.ac.jp

わが国における道路整備評価の間接効果計測の手法として定着化しつつある空間的応用一般均衡分析は、国家間および地域間の財の交易データと財の輸送費用を外生的に与えることで地域間の交易を明示的に扱っている。一方、ヨーロッパでは、市場に対して独占的競争状態を仮定し、財の製品差別化の概念をモデルに組み込むことで、財の交易データが得られない状況下においても内生的に輸送費用を推計することで分析を行なう手法を考案している。しかし、観測された交易データと完全に一致しない点など、分析の精度に関する問題が示唆されている。そこで、本研究では、完全競争と独占的競争を同時に考慮した空間的応用一般均衡モデルを構築し、完全競争市場と独占的競争市場に対応したデータセットを用意し、仮想的な交通整備を評価した場合の結果の違いに関して考察する。

Key Words : *Spatial Computable General Equilibrium, Imperfect Competition, Evaluation of Transport Projects*

1. はじめに

わが国では、交通整備評価の間接効果を定量的に計測する手法として、空間的応用一般均衡(SCGE : Spatial Computable General Equilibrium)分析が定着化しつつある。標準的な SCGE モデルは市場に対して完全競争状態を仮定したモデルであり、地域間産業連関表から得られる基準均衡データと外生的な財の輸送費用のデータを与えることで地域間の交易を明示的に扱うことが可能なモデルとなっている。しかしながら、地域間の財の交易データが整備されていない国や地域を対象とした SCGE 分析や、貿易データが非常に膨大かつ複雑な国や地域を対象とした SCGE 分析を行なうことは非常に困難であると言える。そこで、ヨーロッパでは完全競争状態の仮定を緩め、財のバラエティと規模の経済を考慮した独占的競争状態を仮定することで、外生的な交易データが得られない状況において SCGE 分析を行なう手法が考案されている。

しかし、財の交易データが整備されていない場合、独占的競争モデルにおける財の交易パターンの精度が不明である。また、わが国のように既に交易データが整備されているような場合であっても、財の交易パターンと観測された財の交易データには誤差が生じてしまうとい

た問題が生じてしまう。両モデルの経済の仮定は、それぞれ利点と欠点を持っており、どちらが望ましいものでもなく、またどちらが現実に近いというものでもない。

そこで、本研究では、両モデルの利点を活かせるように完全競争と独占的競争を同一産業内で考慮した SCGE モデルを構築することを目的とする。また、道路整備を実施することによる時間短縮効果に伴った輸送費用の低下を分析シナリオとして設定し、従来の完全競争を仮定した SCGE モデル及び独占的競争を仮定した SCGE モデルで算出される便益と、本研究で開発した SCGE モデルで算出される便益の比較を行う。

なお、本研究では、完全競争と独占的競争を同一産業内に考慮した SCGE モデルを Hybrid SCGE モデルと表記することとする。

2. Hybrid SCGEモデルの構築

(1) Hybrid SCGEモデルの概要と前提

本研究で新たに構築するSCGEモデルは、主に Bröcker(2011)¹⁾を基礎としたモデルとなっている。本モデルの特徴は、各地域の各産業において同質な財を生産

する企業と、異質な財を生産する企業と、合成財を生産する企業が混在していると仮定している点である。

ここで、モデルの前提を以下に示す。

- ・ 各地域の各産業には同質な財を生産する代表的な企業と、異質な財を生産する企業と、合成財を生産する企業が存在する。また、各地域には合成財を消費する代表的家計が存在する。
- ・ 企業は、家計が提供する生産要素財と、他の企業が生産した生産財（中間財）を投入し、新たに生産財を産出する。また、それは費用最小化行動にしたがうこととする。
- ・ 家計は、企業に生産要素を提供して所得を得る。この所得をもとに財の消費をおこなう。また、それは効用最大化行動にしたがうこととする。
- ・ 財の生産地域の集合を I （消費地域の集合は J ）、その要素を i （消費地域は j ）とする。また、財の集合を S （産業の集合は T ）、その要素を s （産業は t ）とする。
- ・ 生産要素市場は各地域内で閉じているものとする。
- ・ 財の輸送費は Iceberg 型交通費用を仮定する。
- ・ 同一の産業において完全競争市場と独占的市場の両方を同時に仮定する。また、社会は短期的均衡状態にあることとする。
- ・ 完全競争市場に関する添え字は PC(Perfect Competition)と表記し、独占的競争市場に関する添え字は MC(Monopolistic Competition)と表記する。

(2) 産業の行動

a) 第1レベル（合成財生産企業の行動）

地域 j に立地している産業 t の財を生産する合成財生産企業は、完全競争市場で生産された財と独占的競争市場で生産された財を生産要素として財 Z_{jt} を生産する。

産業の生産活動の第1レベルは、Cobb-Douglas型生産技術を制約とした費用最小化問題として以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \min_{Y_{jt}^{PC}, Y_{jt}^{MC}} & p_{jt}^{PC} Y_{jt}^{PC} + p_{jt}^{MC} Y_{jt}^{MC} \\ \text{s.t.} & Z_{jt} = (Y_{jt}^{PC})^{\lambda_t} (Y_{jt}^{MC})^{1-\lambda_t} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 Z_{jt} ：地域 j 産業 t の生産量、 p_{jt}^{PC} ：地域 j 産業 t の完全競争市場の生産財価格、 Y_{jt}^{PC} ：地域 j 産業 t の完全競争市場の生産量、 p_{jt}^{MC} ：地域 j 産業 t の独占的競争市場の生産財価格、 Y_{jt}^{MC} ：地域 j 産業 t の独占的競争財の生産量、 λ_t ：産業 t の完全競争市場の比率である。

この費用最小化問題を解くことで、生産財価格 p_{jt}^Z と、企業の各市場の財に対する需要関数が導かれる。

$$p_{jt} = (p_{jt}^{PC})^{\lambda_t} (p_{jt}^{MC})^{1-\lambda_t} \quad (2)$$

$$Y_{jt}^{PC} = \lambda_t \frac{p_{jt}^Z Z_{jt}}{p_{jt}^{PC}} \quad (3)$$

$$Y_{jt}^{MC} = (1 - \lambda_t) \frac{p_{jt}^Z Z_{jt}}{p_{jt}^{MC}} \quad (4)$$

b) 第2レベル

b-1) 完全競争市場

完全競争市場に財を供給する企業の生産活動は、Cobb-Douglas型生産技術を制約とした費用最小化問題として以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \min_{X_{jst}^{PC}, \dots, X_{jst}^{PC}, VA_{jt}^{PC}} & \sum_s (p_{jst}^{PC} X_{jst}^{PC}) + w_j VA_{jt}^{PC} \\ \text{s.t.} & Y_{jt}^{PC} = \prod_s \left\{ (X_{jst}^{PC})^{\alpha_{jst}} \right\} (VA_{jt}^{PC})^{1-\sum_s \alpha_{jst}} \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、 p_{jst}^{PC} ：地域 j 産業 t の企業の財 s に対する中間財の合成財価格、 X_{jst}^{PC} ：地域 j 産業 t の企業の財 s に対する中間財の合成財需要量、 w_j ：地域 j の付加価値価格、 VA_{jt}^{PC} ：地域 j 産業 t の企業の付加価値需要量、 α_{jst} ：地域 j 産業 t の企業の財 s に対する中間投入係数である。

この費用最小化問題を解くことで、中間財の合成財価格 p_{jst}^{PC} と、中間財の合成財需要関数と付加価値需要関数が導かれる。

$$p_{jt}^{PC} = \prod_s \left\{ (p_{jst}^{PC})^{\alpha_{jst}} \right\} (w_j)^{1-\sum_s \alpha_{jst}} \quad (6)$$

$$X_{jst}^{PC} = \alpha_{jst} \frac{p_{jt}^{PC} Y_{jt}^{PC}}{p_{jst}^{PC}} \quad (7)$$

$$VA_{jt}^{PC} = (1 - \sum_s \alpha_{jst}) \frac{p_{jt}^{PC} Y_{jt}^{PC}}{w_j} \quad (8)$$

b-2) 独占的競争市場

独占的競争市場に財を供給する企業の生産活動は、Cobb-Douglas型生産技術を制約とした費用最小化問題として以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \min_{X_{jst}^{MC}, \dots, X_{jst}^{MC}, VA_{jt}^{MC}} & \sum_s (p_{jst}^{MC} X_{jst}^{MC}) + w_j VA_{jt}^{MC} \\ \text{s.t.} & Y_{jt}^{MC} = \prod_s \left\{ (X_{jst}^{MC})^{\beta_{jst}} \right\} (VA_{jt}^{MC})^{1-\sum_s \beta_{jst}} \end{aligned} \quad (9)$$

ここで、 p_{jst}^{MC} ：地域 j 産業 t の企業の財 s に対する中間財の合成財価格、 X_{jst}^{MC} ：地域 j 産業 t の企業の財 s に対する中間財の合成財需要量、 VA_{jt}^{MC} ：地域 j 産業 t

の企業の付加価値需要量, β_{jst} : 地域 j 産業 t の企業の独占的競争市場の財 s に対する中間投入係数である。

この費用最小化問題を解くことで, 中間財の合成財価格指数 p_{jst}^{PC} と, 中間財の合成財需要関数と付加価値需要関数が導かれる。

$$p_{jt}^{MC} = \prod_s \left\{ (p_{jst}^{MC})^{\beta_{jst}} \right\} (w_j)^{1-\sum_s \beta_{jst}} \quad (10)$$

$$X_{jst}^{MC} = \beta_{jst} \frac{p_{jt}^{MC} Y_{jt}^{MC}}{p_{jst}^{MC}} \quad (11)$$

$$VA_{jt}^{MC} = (1 - \sum_s \beta_{jst}) \frac{p_{jt}^{MC} Y_{jt}^{MC}}{w_j} \quad (12)$$

独占的競争市場に財を供給する各企業の費用関数は, 規模の経済を考慮すると以下のように表すことができる。

$$C_{jt}^{MC}(y_{jt}^{MC}) = (f_{jt} + v_{jt} y_{jt}^{MC}) p_{jt}^{MC} \quad (13)$$

ここで, C_{jt}^{MC} : 地域 j 産業 t の財バラエティ生産における企業の費用関数, f_{jt} : 地域 j 産業 t の企業の固定投入量, v_{jt} : 地域 j 産業 t の企業の限界投入量である。

財バラエティの生産において, 独占的競争が仮定されているので, 限界費用にマークアップ率を乗じた値が財価格になる。

$$p_{jt}^{MC} = \frac{\phi_t}{\phi_t - 1} v_{jt} p_{jt}^{MC} \quad (14)$$

ここで, ϕ_t : 産業 t における需要の価格弾力性である。さらに, 企業の自由参入および撤退の仮定よりゼロ利潤条件を加えることで平均費用と財の生産地価格が一致する。

$$y_{jt}^{MC} = \frac{f_{jt}}{v_{jt}} (\phi_t - 1) \quad (15)$$

さらに, 企業の自由参入および撤退の仮定よりゼロ利潤条件を加えることで平均費用と財の生産地価格が一致する。そして, 独占的競争市場における地域 j 産業 t の総生産額は財バラエティ数と生産費用とバラエティ数の積に等しくなる必要があるので, 整理すると以下の式が成立する。

$$Y_{jt}^{MC} = N_{jt} C_{jt}^{MC} = N_{jt} f_{jt} \phi_t p_{jt}^{MC} \quad (16)$$

ここで, N_{jt} : 地域 j 産業 t の財バラエティ数である。以上より, 中間財の合成財価格 p_{jst}^{MC} は以下の式で表現される。

$$p_{jt}^{MC} = \frac{\phi_t}{\phi_t - 1} v_{jt} \prod_s \left\{ (p_{jst}^{MC})^{\beta_{jst}} \right\} (w_j)^{1-\sum_s \beta_{jst}} \quad (17)$$

c) 第3レベル

c-1) 完全競争市場

完全競争市場に財を供給する企業の中間財の消費地の選好パターンは, CES型生産技術を制約とした費用最小化問題として以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \min_{x_{1jst}^{PC}, \dots, x_{ijst}^{PC}} \quad & \sum_i (1 + t_{ij}) p_{is}^Z x_{ijst}^{PC} \\ \text{s.t.} \quad & X_{jst}^{PC} = \left\{ \sum_i \alpha_{ijst} (x_{ijst}^{PC})^{\frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s}} \right\}^{\frac{\sigma_s}{\sigma_s - 1}} \end{aligned} \quad (18)$$

ここで, x_{ijst}^{PC} : 地域 j 産業 t の企業の地域 i 財 s に対する中間財の需要量, α_{ijst} : 地域 j 産業 t の企業に投入される地域 i 財 s の中間分配パラメータ, t_{ij} : 地域 i から地域 j への完全競争市場の財に関する輸送費用, σ_s : 産業 s における中間財に関する代替弾力性である。この費用最小化問題を解くことで, 中間財の合成財価格 p_{jst}^{PC} と, 中間財の需要関数が導かれる。

$$p_{jst}^{PC} = \left[\sum_i (\alpha_{ijst})^{\sigma_s} \left\{ (1 + t_{ij}) p_{is}^Z \right\}^{1 - \sigma_s} \right]^{\frac{1}{1 - \sigma_s}} \quad (19)$$

$$x_{ijst}^{PC} = (\alpha_{ijst})^{\sigma_s} \left\{ \frac{p_{jst}^{PC}}{(1 + t_{ij}) p_{is}^Z} \right\}^{\sigma_s} X_{jst}^{PC} \quad (20)$$

c-2) 独占的競争市場

独占的競争市場に財を供給する企業の生産活動は, CES型生産技術を制約とした費用最小化問題として以下のように定式化できる。

完全競争市場に財を供給する企業の中間財の消費地の選好パターンは, CES型生産技術を制約とした費用最小化問題として以下のように定式化できる。

$$\begin{aligned} \min_{x_{1jst}^{MC}, \dots, x_{ijst}^{MC}} \quad & \sum_i N_{is} (1 + t_{ij}^{MC}) p_{is}^Z x_{ijst}^{MC} \\ \text{s.t.} \quad & X_{jst}^{MC} = \left\{ \sum_i N_{is} (x_{ijst}^{MC})^{\frac{\phi_s - 1}{\phi_s}} \right\}^{\frac{\phi_s}{\phi_s - 1}} \end{aligned} \quad (21)$$

ここで, N_{is} : 地域 i 財 s の財バラエティ数, x_{ijst}^{MC} : 地域 j 産業 t の企業の地域 i 財 s に対する中間財の需要量, t_{ij}^{MC} : 地域 i から地域 j への独占的競争市場の財に関する輸送費用である。

この費用最小化問題を解くことで, 中間財の合成財価格 p_{jst}^{MC} と, 中間財の需要関数が導かれる。

$$p_{jst}^{MC} = \left[\sum_i N_{is} \left\{ (1+t_{ij}^{MC}) p_{is}^Z \right\}^{1-\phi_s} \right]^{\frac{1}{1-\phi_s}} \quad (22)$$

$$x_{ijst}^{MC} = \left\{ \frac{p_{jst}^{MC}}{(1+t_{ij}^{MC}) p_{is}^Z} \right\}^{\phi_s} X_{jst}^{MC} \quad (23)$$

(2) 家計の行動

地域 j の家計はNested-CES型の効用関数を持ち、所得制約の下で自己の効用が最大となるように財を消費する。

a) 第1レベル

ここで、効用関数の第1レベルは下記の通りCES型で定式化する。

$$\begin{aligned} \max_{c_{j1}, \dots, c_{js}} u_j &= \left\{ \sum_s \gamma_{js} (c_{js})^{\frac{\sigma^1-1}{\sigma^1}} \right\}^{\frac{\sigma^1}{\sigma^1-1}} \\ \text{s.t.} \quad \sum_s p_{js}^{Arm} c_{js} &= w_j \overline{VA}_j - NX_j \end{aligned} \quad (24)$$

ここで、 u_j : 地域 j の家計の直接効用、 c_{js} : 地域 j の家計の財 s の消費財のアーミントン合成財消費量、 γ_{js} : 地域 j の家計の財 s のアーミントン合成財の消費分配パラメータ、 p_{js}^{Arm} : 地域 j の家計の財 s の消費財のアーミントン合成財価格、 \overline{VA}_j : 地域 j の家計の初期付加価値保有量、 NX_j : 地域 j の家計の所得移転、 σ^1 : 消費財のアーミントン合成財に関する代替弾力性である。

この効用最大化問題を解くことで、家計の消費財のアーミントン合成需要関数が導かれる。

$$c_{js} = \left(\frac{\alpha_{js}^C}{p_{js}^{ArmC}} \right)^{\sigma^1} \frac{w_j \overline{VA}_j - NX_j}{\sum_s (\gamma_{js})^{\sigma^1} (p_{js}^{Arm})^{1-\sigma^1}} \quad (25)$$

b) 第2レベル

家計の消費活動の第2レベルに関して下記の通り定式化する。

$$\begin{aligned} \min_{c_{1js}, \dots, c_{ijs}} \quad & \sum_j (1+t_{ij}) p_{is}^Z c_{ijs} \\ \text{s.t.} \quad & c_{js} = \left\{ \sum_j \gamma_{ijs} (c_{ijs})^{\frac{\sigma_s^2-1}{\sigma_s^2}} \right\}^{\frac{\sigma_s^2}{\sigma_s^2-1}} \end{aligned} \quad (26)$$

ここで、 c_{ijs} : 地域 j の家計の地域 i 財 s の消費量、 γ_{ijs} : 地域 j の家計の地域 i 財 s の消費分配パラメータ、 σ_s^2 : 消費財 s に関する代替弾力性である。

この効用最大化問題を解くことで、消費財のアーミントン合成財価格と、家計の消費財の需要関数が導かれる。

$$p_{js}^{Arm} = \left[\sum_i (\gamma_{ijs})^{\sigma_s^2} \left\{ (1+t_{ij}) p_{is}^Z \right\}^{1-\sigma_s^2} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_s^2}} \quad (27)$$

$$c_{js} = \left(\frac{\alpha_{js}^C}{p_{js}^{ArmC}} \right)^{\sigma^1} \frac{w_j \overline{VA}_j - NX_j}{\sum_s (\gamma_{js})^{\sigma^1} (p_{js}^{Arm})^{1-\sigma^1}} \quad (28)$$

(3) 市場均衡

モデル全体の市場均衡条件は、すべての財市場およびすべての生産要素市場が均衡することである。

a) 財市場

まず、財市場の均衡条件式は式(29)の通りである。

$$\begin{aligned} Z_{is} &= \sum_j \sum_t (1+t_{ij}^{PC}) E_{ijst} \\ &+ \sum_j \sum_t N_{is} (1+t_{ij}^{MC}) e_{ijst} + \sum_j (1+t_{ij}^{PC}) c_{ijs} \end{aligned} \quad (29)$$

b) 生産要素市場

生産財市場で決まった生産量に応じて完全競争市場と独占的競争市場の各地域の各産業の生産要素需要量が決定され、その合計が各地域の家計の供給可能な生産要素に一致する。つまり、下式のようにすべての財についてその需給が一致する状態を示す。

$$\sum_{t \in T} (VA_{jt}^{PC} + VA_{jt}^{MC}) = \overline{VA}_j \quad (30)$$

3. 地域間産業連関表の作成

SCGE分析において重要なベンチマークデータである地域間産業連関表について、不完全競争の程度を示すマークアップ率を用いることで、二つの地域間産業連関表に分ける。ここでは、下記のSTEPにしたがって、完全競争市場を仮定した財に関する地域間産業連関表と、独占的競争市場を仮定した地域間産業連関表を作成する。

a) 配分率の決定(STEP1)

乾・権(2004)によって計測されたわが国の各産業のマークアップ率について、完全競争市場におけるマークアップ率(すべての産業において1となる)と、独占的競争市場に関する代替の弾力性から導出したマークアップ率より、式(32)に示すように産業ごとに完全競争市場と独占的競争市場の配分率を決定する。

$$\mu_s^{MC} = \frac{\sigma_s^{MC}}{\sigma_s^{MC} - 1} \quad (31)$$

$$\overline{\mu}_s = \lambda_s \mu_s^{PC} + (1 - \lambda_s) \mu_s^{MC} \quad (32)$$

ここで、 $\overline{\mu}_s$: 産業 s のマークアップ率の実測値、 μ_s^{PC} : 完全競争市場における産業 s のマークアップ率、 μ_s^{MC} : 独占的競争市場における産業 s のマークアップ率である。

地域間産業連関表の元データの各値に配分率を乗じることで得られる地域間産業連関表を、独占的競争財に関する地域間産業連関表とする。

b) 輸送費用の推計(STEP2)

STEP1で得られた地域間表における各産業の交易额から得られる交易シェアと、中間財の合成財価格の要素シェアを求める。この交易シェアと要素シェアの差の二乗和が最小となるように、輸送費用 t_{ij}^{MC} について解くことで独占的競争財に関する輸送費用を内生的に導出する。

$$\begin{aligned} \min_{t_{ij}^{MC}} \quad & \sum_i \sum_j \sum_s (\overline{SHARE}_{ijs} - share_{ijs}) \\ \text{s.t.} \quad & \overline{SHARE}_{ijs} = \frac{\overline{E}_{ijs}}{\sum_k \overline{E}_{kjs}} \\ & \overline{E}_{kjs} = \sum_t \overline{E}_{kfst} + \overline{C}_{kjs} \\ & share_{ijs} = \frac{N_{is} [(1+t_{ij}^{MC}) p_{is}^Z]^{-\sigma_s^{MC}}}{\sum_k N_{ks} [(1+t_{kj}^{MC}) p_{ks}^Z]^{-\sigma_s^{MC}}} \end{aligned} \quad (33)$$

ここで、 \overline{SHARE}_{ijs} : 産業 s における地域 i から地域 j に対する財の交易额の割合の実測値、 $share_{ijs}$: 産業 s における地域 i から地域 j に対する財の交易额の割合の推計値、 \overline{E}_{ijst} : 地域 i 産業 s から地域 j 産業 t に対する中間需要額の実測値、 \overline{C}_{ijs} : 地域 i 産業 s から地域 j 産業 t に対する最終需要額の実測値である。

c) 独占的競争財に関する中間需要と最終需要(STEP3)

STEP2で得られた輸送費用より、新たに中間財に対する需要額と最終消費財に対する需要額をそれぞれ導出する。

$$\begin{aligned} \overline{E}_{ijst}' &= \left(\sum_k \overline{E}_{kjs} \right) \frac{N_{is} [(1+t_{ij}^{MC}) p_{is}^Z]^{-\sigma_s^{MC}}}{\sum_k N_{ks} [(1+t_{kj}^{MC}) p_{ks}^Z]^{-\sigma_s^{MC}}} \\ \overline{C}_{ijs}' &= \left(\sum_k \overline{E}_{kjs} - \sum_k \sum_r \overline{E}_{kjsr}' \right) \frac{N_{is} [(1+t_{ij}^{MC}) p_{is}^Z]^{-\sigma_s^{MC}}}{\sum_k N_{ks} [(1+t_{kj}^{MC}) p_{ks}^Z]^{-\sigma_s^{MC}}} \end{aligned} \quad (34)$$

ここで、 \overline{E}_{ijst}' : 地域 i 産業 s から地域 j 産業 t に対する中間需要額の推計値、 \overline{C}_{ijs}' : 地域 i 産業 s から地域 j 産業 t に対する最終需要額の推計値である。

d) 独占的競争財に関する地域間表の導出(STEP4)

STEP3で得られた中間財に対する需要額と最終消費財に対する需要額の合計より、企業は消費に見合った生産活動を行なうという仮定より生産額が決定する。また、投入と産出の関係から付加価値額が決定する。

$$\overline{Z}_{is}' = \sum_j \sum_t \overline{E}_{ijst}' + \sum_j \overline{C}_{ijs}' \quad (36)$$

$$\overline{VA}_{jt}' = \overline{Z}_{jt}' - \sum_i \sum_s \overline{E}_{ijst}' \quad (37)$$

ここで、 \overline{Z}_{is}' : 地域 i 産業 s の生産額の推計値、 \overline{VA}_{jt}' : 地域 j 産業 t の付加価値額の推計値である。

e) 完全競争財に関する地域間表の導出(STEP5)

元データとなる地域間表からSTEP4で得られた地域間表の各値を引くことで得られる地域間表を完全競争財に関する地域間表とする。

以上の手順より作成した地域間表は、完全競争財に関する地域間表と独占的競争財に関する地域間表を足し合わせると元データとなる地域間表の値と一致するため、誤差が生じないデータセットとなっている。

4. キャリブレーション

(1) 標準的なSCGEモデルとの違い

本研究で定式化したHybrid SCGEモデルでは、完全競争状態を仮定したSCGEモデルに比べてキャリブレーションの方法が異なる。

通常、完全競争を仮定したSCGEモデルでは基準均衡状態における生産財価格を1として、効用関数及び生産関数のパラメータを決定する。しかし、Hybrid SCGEモデルでは独占的競争市場も同時に考慮しているため、基準均衡価格を1と設定することができない。

そこで、本研究では基準均衡価格を1とせずに、生産額と需要額が一致するようにキャリブレーションを行なう。

なお、効用関数及び生産関数のパラメータの求め方は従来のモデルと同様の方法で決定する。

(2) 基準均衡価格の導出

地域間産業連関表より、産業別に生産額の総量および最終消費財の需要額の総量が得られる。また、これらは以下の関係となっている。

$$p_{is}^Z Z_{is} = p_{is}^{PC} Y_{is}^{PC} + p_{is}^{MC} Y_{is}^{MC} + \sum_s p_{js}^{Arm} c_{js} \quad (38)$$

まず、上記の式に対して、前述に示した完全競争的な生産財に対する需要と価格と、独占的競争的な生産財に対する需要と価格、及び最終消費財に対する需要と価格の式を代入し整理する。

次に、財バラエティ数に価格を乗じた値は、独占的競争的な財の生産額と一致するため、下式が成立する。

$$N_{jt} p_{jt}^{MC} = p_{jt}^{MC} Y_{jt}^{MC} \quad (39)$$

さらに、独占的競争財の価格と合成財の生産財価格の関係式より、下式が成立する。

$$p_{jt}^{MC} = \left\{ p_{jt}^Z / (p_{jt}^{PC})^{PC} \right\}^{1/\alpha_{jt}^{MC}} \quad (40)$$

上述の式(38), (39), (40)を整理すると, 生産財価格 p_{jt}^{PC} に関する方程式が得られる. この方程式を解くことで, 基準均衡価格を導出し, 完全競争財の中間財価格及び生産財価格が求まる.

5. 実証分析

(1) 設定条件

本研究では, 財の輸送費用が50%減少した場合における各地域の各産業に及ぼす経済効果について分析する. シナリオ設定は, Bröcker(2011)⁹⁾によって構築された完全競争市場を仮定したSCGEモデルで輸送費用が50%減少した場合(case1)と, Bröcker(2011)⁹⁾によって定式化された独占的競争市場を仮定したSCGEモデルで輸送費用が50%減少した場合(case2)と, 本研究で定式化したHybrid SCGEモデルで輸送費用が50%減少した場合(case3)の3つのケースについて分析した.

本研究では, 平成17年地域間産業連関表²⁾12部門表に基づいて地域間表を作成した. 具体的には, 沖縄県を九州地方に加えることで8地域に集計し, 12部門を農林水産業, 製造業, サービス業の3産業に集計した.

表-1 地域分類および産業分類

地域分類	都道府県
1	北海道 北海道
2	東北 青森, 岩手, 宮城, 秋田, 山形, 福島
3	関東 茨城, 栃木, 群馬, 埼玉, 千葉, 東京, 神奈川, 新潟, 山梨, 長野, 静岡
4	中部 富山, 石川, 岐阜, 愛知, 三重
5	近畿 福井, 滋賀, 京都, 大阪, 兵庫, 奈良, 和歌山
6	中国 鳥取, 島根, 岡山, 広島, 山口
7	四国 徳島, 香川, 愛媛, 高知
8	九州 福岡, 佐賀, 長崎, 熊本, 大分, 宮崎, 鹿児島, 沖縄
産業分類	産業(12部門)
1	農林水産業 農林水産業
2	製造業 鉱業, 飲食品, 金属, 機械, その他の製造業, 建設, 公益事業
3	サービス業 商業・運輸, 金融・保険・不動産, 情報通信, サービス

各代替弾力性の値とマークアップ率は, 産業分類に該当するように集計した値を以下のように設定する.

表-2 代替弾力性およびマークアップ率

産業				
種類	産業分類	代替弾力性	マークアップ率	出典
完全競争財	1	∞	100	-
	2	∞	100	
	3	∞	100	
独占的競争財	1	2.00	100	-
	2	2.00	100	
	3	2.00	100	
実測値	1	1.52	100	乾・権(2004) ⁹⁾
	2	1.16	100	
	3	1.53	100	
家計				
第1段階		0.50	なし	小池・

第2段階	1	0.83		右近(2012) ⁹⁾
	2	0.60		
	3	0.15		

各地域間の取引における輸送費用については, デジタル道路地図⁶⁾から得られた一般化所要時間を式(41)よりIceberg型輸送費用に変換することで表-3のように作成した.

$$\sum_i \sum_j t_{ij} = \tau \sum_i \sum_j T_{ij} \quad (41)$$

ここで, T_{ij} : 地域*i*から地域*j*への一般化所要時間, τ : 調整項である.

表-3 Iceberg型輸送費用 (完全競争財)

		着地							
		1	2	3	4	5	6	7	8
発地	1	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07
	2	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
	3	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04
	4	0.04	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03
	5	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03
	6	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02
	7	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02
	8	0.07	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02

なお, 調整項の値は式(41)の右辺が約0.024となるような値を用いている. これは, 平成17年産業連関表⁷⁾の付帯表である国内貨物運賃表から設定した. 国内貨物運賃表とは, 国内の全産業の生産額に占める輸送費用の総額を示している. この表より得られる運輸産業を除いた財の輸送費用の総額は, 生産者価格表の全産業の中間財の需要額と最終消費財の需要額の合計に占める割合が約2.4%となっている.

また, 第3章の式(33)より推計した独占的競争財に関する輸送費用を表-4に示す.

表-4 Iceberg型輸送費用 (独占的競争財)

		着地							
		1	2	3	4	5	6	7	8
発地	1	0.00	0.03	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07
	2	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07
	3	0.09	0.08	0.00	0.10	0.10	0.07	0.05	0.17
	4	0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
	5	0.02	0.02	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07
	6	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	8	0.05	0.05	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00

(2) パラメータのキャリブレーション

本研究で用いた外生変数およびパラメータの導出方法をまとめる.

a) 外生変数

前述で示した外生変数である $\overline{VA_j}$, NX_j については地域間産業連関表²⁾より得られ, t_{ij} , t_{ij}^{MC} についてはデジタル道路地図より得られ, μ_t , σ_s^{PC} , σ_s^{MC} , ϕ_s , σ^1 , σ_s^2 については既存研究³⁾より得られ, λ_s は式(32)より得られる.

b) パラメータ

$w=1$ という条件を与え, 各価格に量の変数を乗じた金額ベースの値が産業連関表の値となるように, α_{jst} , α_{ijst} , β_{jst} , γ_{js} , γ_{ijs} の値を決定する. 基準均衡価格

である p_{is}^Z , Y_j^{PC} , N_{is} については4節で示した方法で決定する。

5. 分析結果

各モデルによる便益の違いを考察するため、本研究では等価的偏差を用い、以下のように便益を計測した。

$$EV_j = (w_{j0}VA_j - NX_j) \left(\frac{U_{j1} - U_{j0}}{U_{j0}} \right) \quad (42)$$

ここで、 $0 \cdot 1$ はそれぞれ政策なし・ありを示す添字である。

各モデルで算出した便益を図-1に示す。地域別便益の合計値は、case2における値が最も大きく、case1における値が最も小さく、case3における値はcase1とcase2の中間の値となった。しかし、地域別にみると比較的生産額が小さい地域である東北地方、中国地方、四国地方において、case3で算出された便益が従来の両モデルと比べ

て小さい値となった。また、中部地方と九州地方を除いて、case2よりもcase1で算出される値に近い値となった。これは各産業における完全競争市場の割合と独占的競争市場の割合の値に左右されるためである。

6. おわりに

本研究では、完全競争と独占的競争を同一産業に考慮したSCGEモデルを開発し、実データを用いた事例分析を行った。

しかし、Hybrid SCGEモデルにおける完全競争市場で生産された財に関する輸送費用と、独占的競争市場で生産された財に関する輸送費用は異なっているものとして扱っていない。また、市場が完全競争状態であるか、また独占的競争状態であるかによって、輸送費用が異なるかについては検証しておらず、また検証することも困難であると考えられる。

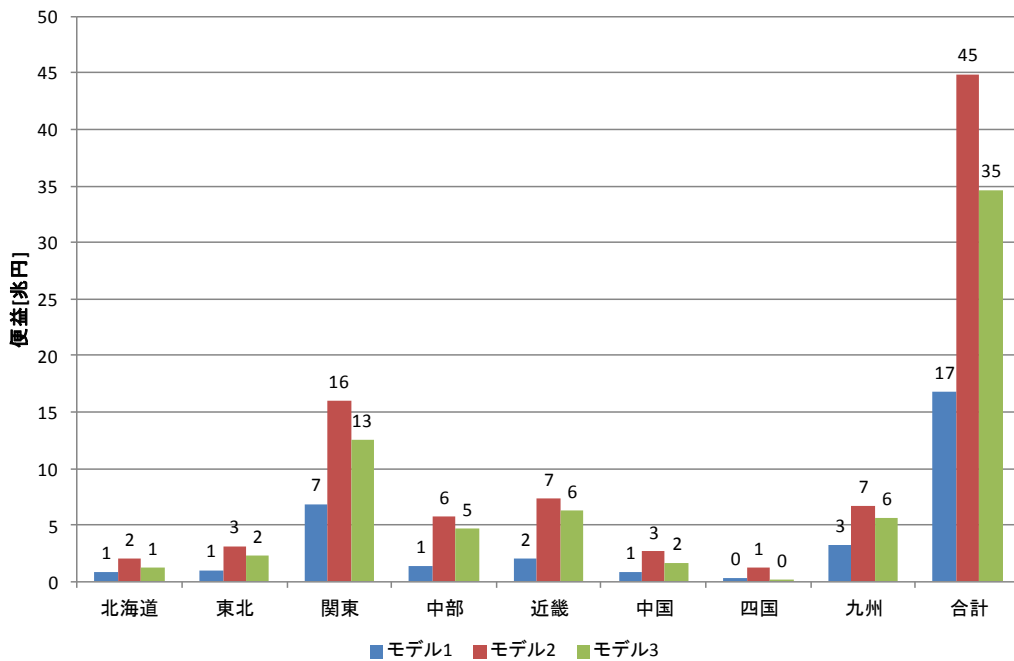


図-1 ケース別の地域別便益

参考文献

- 1) Johannes Bröcker, Jean Mercenier: General equilibrium models for transportation economics, A handbook of transport economics, pp.21-45, 2011.
- 2) 経済産業省, 平成 17 年地域間産業連関表, http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/tuikiio/result/result_02.html, 2014 年 12 月 10 日アクセス.
- 3) 乾友彦, 権赫旭: 展望: 日本の TFP 上昇率は 1990 年代においてどれだけ低下したか, ESRI Discussion Paper Series No.115, 2004.
- 4) 上田孝行: Excel で学ぶ地域・都市経済分析, p.51-78, コロナ社, 2010.
- 5) 総務省統計局・政策統括官・統計研修所, 平成 12 年 (2000 年) 産業連関表 (確報), <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000000750003&cycode=0>, 平成 26 年 4 月 8 日アクセス.
- 6) 総務省統計局・政策統括官・統計研修所, 平成 17 年 (2005 年) 産業連関表 (確報), <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001019588&cycode=0>, 2015 年 2 月 2 日アクセス.

(2015.?.?? 受付)

Perfect and Imperfect Modeling on Spatial CGE Analysis

Akira ITO, Atsushi KOIKE, Tomoki ISHIKURA

The purpose of this study is to construct a Hybrid Spatial CGE (SCGE) model that includes perfect and monopolistic competitive markets simultaneously, and to compare the results of empirical simulation with the result by a SCGE model that assumes perfect competitive markets and a SCGE model that assumes monopolistic competitive markets. Hybrid SCGE model describes both representative firm that produces homogeneous goods and many firms that produce heterogeneous goods in each industry. The SCGE models used in this study are based on CGEurope model (Brocker et al., 2011).

The result of our empirical simulation implies that, when all of inter-regional transport costs decreased by transport investment, the benefits calculated by monopolistic competitive-type SCGE model are larger than those by perfect competitive-type SCGE model, and the benefits calculated by Hybrid SCGE model are between that of perfect competitive-type model and monopolistic competitive-type model.