

国内地域を分割した 多部門貿易モデル

浜野 旭¹・石倉 智樹²

¹学生員 修士(工学) 東京大学大学院社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

E-mail:hamano@trip.t.u-tokyo.ac.jp

²正会員 博士(情報科学) 東京大学大学院社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

E-mail:ishikura@csur.t.u-tokyo.ac.jp

本研究は、近年注目を集めている羽田空港のハブ化などの国際貿易に関する政策が、国に与える便益だけでなくその便益が地域にどのように帰着するかを分析するため、SCGEモデルにおいて国を複数の地域に分割し拡張することで、国対国ベースに加えて地域対地域ベースでの政策評価を可能とするモデルを構築することを目的とする。

また、モデルに必要な基礎データやパラメータを国際間地域間産業連関表から導出する手法の確立を目指す。

Key Words : SCGE, static, International Trade, region, trade cost

1. はじめに

(1) 本研究の背景

近年、我が国の国際貿易に大きな影響を与える様々な政策の是非が論じられている。特に注目を浴びているのが、輸送インフラの整備政策である。例えば、羽田空港のハブ化や京浜港のスーパー中樞港湾化などが挙げられる。台頭する韓国の仁川空港や中国の上海港に対抗すべく、整備を通して規模の経済による輸送コストの削減を図り国際競争力を高め、アジアにおける国際貿易のシェア拡大を目指すというものである。

しかし、これらの大都市への集中投資政策を実現するには各地域の利害調整が欠かせない。そのため、政策によって我が国全体にもたらされる便益だけでなく、その便益が各地域へどのように帰着するのかまで分析する必要があると言える。これは地方を中心とした分散投資が主体であった以前には考慮する必要がなかったものである。

(2) 本研究の目的

前節の背景を踏まえて、本研究は今後の国際貿易政策に対する評価を行うための理論的なフレームを提供することを意図している。具体的にはSCGEモデルにおいて国を複数の地域に分割することで、輸送コストの変化が

地域間の貿易や地域民の効用に与える変化を捉えることが可能なモデルを提示する。

2. 本研究の位置づけ

(1) GTAPモデル¹⁾

GTAPモデルとは応用一般均衡モデルの一種でGlobal Trade Analysis Programモデルの略称である。データベース・モデル・ソフトウェアが一体化となっており、APEC貿易自由化の経済効果等の国際貿易が経済に与える影響の評価に使用される。

次にモデルの特徴及び利点を述べる。

- (a) データベースは2011年7月14日現在、最新版は2004年時点の各国データをもとに作成されたVersion 7 データベースであり、これを用いることで最大113ヶ国、57産業について分析を行うことが可能である。このデータベースは産業連関表を基礎に貿易統計データに合致するようにデータ処理がなされており、国別に作成されている。輸入関税に加え最恵国待遇・対ダンピング報復関税・輸入割当・輸出補助金・輸出自主規制・非関税障壁といったものについても関税に置き換えることで評価している。
- (b) 地球規模の運輸セクタがただひとつ存在すると仮定し、輸送サービスを提供している。

- (c) ソフトウェアとしてGEMPACKを採用しており、大規模線型応用一般均衡モデルの解放に適している。
- (d) 一体化となっているため、データ収集やプログラミングが困難な問題に対して、容易にアクセス可能となっている。

次に問題点を挙げる。特に本研究の目的を達成する上で問題となる点について述べる。

- (a) 伸び率表示によって線型方程式にして解いているため、得られる結果も成長率表示となっている。これは線型方程式近似による限界であり、例えば米の貿易額が100万USドルから200万USドルになった場合と小麦の貿易額が1万USドルから2万USドルになった場合を比較すると金額には大きな隔たりがあるにもかかわらず、共に成長率では2倍であり、貿易に与える影響は同等であると評価される。
- (b) データベースに受ける制約が強く、データが多少古い場合がある。データ外の分析を行うことができず、融通が利かない。
- (c) 地球規模輸送セクターが世界に一つ存在と仮定しているため、発着地別の運輸業者の行動を十分に考慮できない。運輸部門の行動を詳細に分析することを目的とする場合には、限界が大きい。

(2) 水谷ら(2006)²

SCGEモデルにおいても、水谷ら(2006)のように国の中の地域を考慮したものが存在する。

企業の行動モデルの概念図は図-1で表される。ポイントとなるのはレベル4と書いてある輸入財における地域1や地域2の財の代替関係である。この研究では日本のみを4つに分割しており、この場合地域には東日本や近畿に加え、中国や米国といった国も該当している。

問題となるのは、例えば中国の消費者が米国产の財と東日本産の財の比較を行っているという点である。国と国の中の地域を同一レベルで扱っており、地域性が過大に評価されてしまう恐れがある。

また問題となるのは、東日本産の財と近畿産の財が完全に独立しているという点である。これらはいずれも対外的には日本産の財であり、ブランドイメージの様な共通する性質を持っているはずである。しかし、モデルの構造上、例えば米国产の財価格が上昇し需要が減少したとき東日本産の財需要のみ増加するということが起こり得る。日本産の財需要が高まり、東日本産や近畿産の財需要に帰着するという構造を十分に表現できない恐れがある。

(3) 本研究の位置づけ

本研究は、地域の概念がない国対国の貿易モデルや国と地域の区別が曖昧な国対地域の貿易モデルではなく、

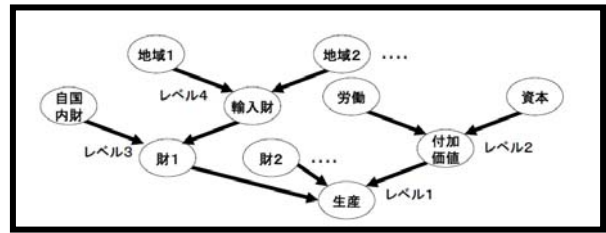


図-1 企業の行動モデルの概念図

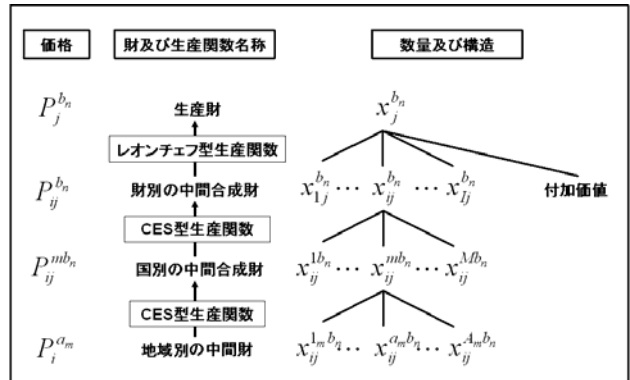


図-2 産業の生産構造

国と地域を明確に区別し国対国と地域対地域の2つを組み合わせた新しいSCGE型の貿易モデルである。

3. 国内地域分割モデルの構築

(1) 生産者行動

n 国 b 地域の財種別 j を生産する産業 j の生産構造を

図-2で示されるNested-CES型で仮定する。Armingtonの仮定に基づき、中間投入に用いられる財は、同じ種別の財でも地域ごとに区別して、別種の財であるとしてモデル化する。

モデルのポイントは、生産財(数量: $x_j^{b_n}$, 価格:

$P_j^{b_n}$)を産業別の中間合成財(数量: $x_{ij}^{b_n}$, 価格: $P_{ij}^{b_n}$)

及び付加価値から構成し、産業別の中間合成財を国別の中間合成財(数量: $x_{ij}^{mb_n}$, 価格: $P_{ij}^{mb_n}$)から構成し、国

別の中間合成財を地域別の中間財(数量: $x_{ij}^{ab_n}$, 価格:

$P_{ij}^{ab_n}$)から構成するという3段階のツリー構造であると

いう点である。

a) 1段階目：地域別の中間財→国別の中間合成財

$$\min_{x_{ij}^{a_m b_n}} \sum_{a_m \in A_m} (1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m} x_{ij}^{a_m b_n} \quad (1a)$$

$$s.t. \quad x_{ij}^{mb_n} = X_{ij}^{mb_n} (x_{ij}^{1_m b_n}, \dots, x_{ij}^{a_m b_n}, \dots, x_{ij}^{A_m b_n})$$

$$x_{ij}^{mb_n} = \phi_{ij}^{mb_n} \left(\sum_{a_m \in A_m} \beta_{ij}^{a_m b_n} x_{ij}^{a_m b_n} \right)^{\frac{\phi_1 - 1}{\phi_1}} \quad (1b)$$

$$cx_{ij}^{a_m b_n} = \frac{x_{ij}^{a_m b_n}}{x_{ij}^{mb_n}} = \left(\frac{\beta_{ij}^{a_m b_n}}{(1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m}} \right)^{\phi_1} (\phi_{ij}^{mb_n})^{-1} \quad (1c)$$

$$\begin{aligned} (1 + t_i^{mb_n}) P_{ij}^{mb_n} &= \sum_{a_m \in A_m} (1 + t_i^{a_m b_n}) P_{ij}^{a_m b_n} cx_{ij}^{a_m b_n} \\ &= \frac{1}{\phi_{ij}^{mb_n}} \cdot \left(\sum_{a_m \in A_m} \beta_{ij}^{a_m b_n \phi_1} ((1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m})^{1 - \phi_1} \right)^{\frac{\phi_1}{1 - \phi_1}} \end{aligned} \quad (1d)$$

$$\begin{aligned} P_{ij}^{mb_n} &= \sum_{a_m \in A_m} P_{ij}^{a_m b_n} cx_{ij}^{a_m b_n} \\ &= \frac{1}{\phi_{ij}^{mb_n}} \left(\sum_{a_m \in A_m} (\beta_{ij}^{a_m b_n} (1 + t_i^{a_m b_n}))^{\phi_1} (P_i^{a_m})^{1 - \phi_1} \right) \quad (1e) \\ &\quad \cdot \left(\sum_{a_m \in A_m} (\beta_{ij}^{a_m b_n})^{\phi_1} ((1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m})^{1 - \phi_1} \right)^{\frac{\phi_1}{1 - \phi_1}} \end{aligned}$$

地域別の中間財の投入量 $x_{ij}^{a_m b_n}$ は、費用最小化問題により式(1a)で定式化される。ただし、 $x_{ij}^{a_m b_n}$ ： n 国 b 地域の産業 j に中間投入される m 国 a 地域の財 i の数量、 $x_{ij}^{mb_n}$ ： n 国 b 地域の産業 j に中間投入される m 国の合成財 i の数量、 $t_i^{a_m b_n}$ ： m 国 a 地域から n 国 b 地域に財 i を輸送するのに掛かる輸送マージン、 $P_i^{a_m}$ ： m 国 a 地域の財 i の生産地域価格である。

ここで、中間合成財の生産関数を式(1b)で示されるCES型で仮定する。ただし、 $\phi_{ij}^{mb_n}$ ：中間合成財効率パラメータ、 $\beta_{ij}^{a_m b_n}$ ：分配パラメータ、 ϕ_1 ：代替弾力性で

ある。

式(1a),(1b)より、国別の中間合成財1単位当たりの地域別の中間財の比率 $cx_{ij}^{a_m b_n}$ が式(1c)で表される。国別の中間合成財の価格 $P_{ij}^{mb_n}$ は、国別の合成マージン率を仮想的に設定し $t_{ij}^{mb_n}$ とおくことで式(1d)で表される。これは、 n 国 b 地域の産業 j が国別の中間合成財1単位に支払う金額と地域別の中間財各 $cx_{ij}^{a_m b_n}$ 単位に支払う金額の和が一致することを利用している。また支払う金額に占める輸送コストが一致することを用いて輸送コストを除くと式(1e)が成り立つ。

b) 2段階目：国別の中間合成財→財別の中間合成財

$$\min_{x_{ij}^{mb_n}} \sum_{m \in M} (1 + t_i^{mb_n}) P_{ij}^{mb_n} x_{ij}^{mb_n} \quad (2a)$$

$$s.t. \quad x_{ij}^{mb_n} = X_{ij}^{b_n} (x_{ij}^{1_m b_n}, \dots, x_{ij}^{mb_n}, \dots, x_{ij}^{M_m b_n})$$

$$x_{ij}^{b_n} = \phi_{ij}^{b_n} \left(\sum_{m \in M} \beta_{ij}^{mb_n} x_{ij}^{mb_n} \right)^{\frac{\phi_2 - 1}{\phi_2}} \quad (2b)$$

$$cx_{ij}^{mb_n} = \frac{x_{ij}^{mb_n}}{x_{ij}^{b_n}} = \left(\frac{\beta_{ij}^{mb_n}}{(1 + t_i^{mb_n}) P_{ij}^{mb_n}} \right)^{\phi_2} (\phi_{ij}^{b_n})^{-1} \quad (2c)$$

$$\begin{aligned} P_{ij}^{b_n} &= \sum_{m \in M} P_{ij}^{mb_n} cx_{ij}^{mb_n} \\ &= \frac{1}{\phi_{ij}^{b_n}} \left(\sum_{m \in M} \beta_{ij}^{mb_n \phi_2} ((1 + t_i^{mb_n}) P_{ij}^{mb_n})^{1 - \phi_2} \right)^{\frac{\phi_2}{1 - \phi_2}} \end{aligned} \quad (2d)$$

国別の中間合成財の投入量 $x_{ij}^{b_n}$ は、費用最小化問題により式(2a)で定式化される。ただし、 $x_{ij}^{b_n}$ ： n 国 b 地域の産業 j に中間投入される合成財 i の数量である。

ここで、中間合成財の生産関数を式(2b)で示されるCES型で仮定する。ただし、 $\phi_{ij}^{b_n}$ ：中間合成財効率パラメータ、 $\beta_{ij}^{mb_n}$ ：分配パラメータ、 ϕ_2 ：代替弾力性である。

式(2a),(2b)より、財別の中間合成財1単位当たりの国別

の中間財の比率 $cx_{ij}^{mb_n}$ が式(2c)で表される。財別の中間

合成財の価格 $P_{ij}^{b_n}$ は式(2d)で表される。こちらは財別の中間財に合成しているため、合成輸送マージン率を設定する必要はない

c) 3段階目：財別の中間合成財→生産財

$$x_j^{b_n} = \min \left(\frac{VA_j^{b_n}}{v_{0j}^{b_n}}, \frac{x_{1j}^{b_n}}{v_{1j}^{b_n}}, \dots, \frac{x_{ij}^{b_n}}{v_{ij}^{b_n}}, \dots, \frac{x_{lj}^{b_n}}{v_{lj}^{b_n}} \right) \quad (3a)$$

$$P_j^{b_n} = h_{0j}^{b_n} (w^{b_n} D_{lj}^{b_n} + r^{b_n} D_{kj}^{b_n}) + \sum_{i \in I} h_{ij}^{b_n} P_{ij}^{b_n} \quad (3b)$$

式(3a)で表されるレオンチェフ型生産関数となる。生産財価格 $P_j^{b_n}$ は投入比率 $h_{ij}^{b_n}$ を用いることで式(3b)で表される。ただし、 $v_{ij}^{b_n}$ ：輸送費込みの投入係数、 w^{b_n} ：賃金率、 r^{b_n} ：資本レント、 $D_{lj}^{b_n}$ ：付加価値1単位当たりの労働の要素需要量、 $D_{kj}^{b_n}$ ：付加価値1単位当たりの資本の要素需要量である。

(2) 消費者行動

n 国 b 地域の家計の消費構造を図-3で示されるNested-CES型で仮定する。生産者行動と同様に以下で定式化される。

a) 1段階目：地域別の消費財→国別の消費合成財

$$\min_{f_i^{a_m b_n}} \sum_{a_m \in A_m} (1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m} f_i^{a_m b_n} \quad (4a)$$

$$s.t. \quad f_i^{mb_n} = F_i^{mb_n} (f_i^{1b_n}, \dots, f_i^{a_m b_n}, \dots, f_i^{A_m b_n})$$

$$f_i^{mb_n} = \psi_i^{mb_n} \left(\sum_{a_m \in A_m} \gamma_{ij}^{a_m b_n} f_i^{a_m b_n} \frac{\sigma_1 - 1}{\sigma_1} \right)^{\frac{\sigma_1}{\sigma_1 - 1}} \quad (4b)$$

$$cf_i^{a_m b_n} = \frac{f_i^{a_m b_n}}{f_i^{mb_n}} = \left(\frac{\gamma_{ij}^{a_m b_n}}{(1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m}} \right)^{\sigma_1} (\psi_i^{mb_n})^{-1} \quad (4c)$$

$$(1 + t_i^{mb_n}) P_i^{mb_n} = \frac{1}{\psi_i^{mb_n}} \cdot \left(\sum_{a_m \in A_m} \gamma_{ij}^{a_m b_n} \sigma_1 \left((1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m} \right)^{1 - \sigma_1} \right)^{\frac{\sigma_1}{1 - \sigma_1}} \quad (4d)$$

$$\cdot \left(\sum_{a_m \in A_m} (\gamma_{ij}^{a_m b_n})^{\sigma_1} \left((1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m} \right)^{1 - \sigma_1} \right)^{\frac{1}{1 - \sigma_1}}$$

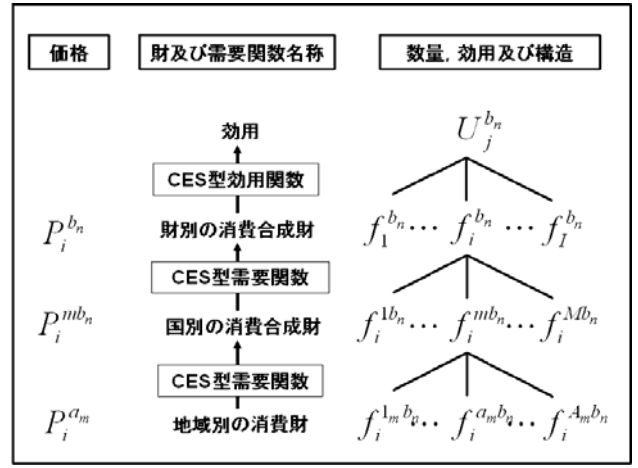


図-3 家計の効用関数の階層構造

$$P_i^{mb_n} = \sum P_i^{a_m} cf_i^{a_m b_n} = \frac{1}{\psi_i^{mb_n}} \left(\sum_{a_m \in A_m} (\gamma_{ij}^{a_m b_n} (1 + t_i^{a_m b_n}))^{\sigma_1} (P_i^{a_m})^{1 - \sigma_1} \right) \cdot \left(\sum_{a_m \in A_m} (\gamma_{ij}^{a_m b_n})^{\sigma_1} \left((1 + t_i^{a_m b_n}) P_i^{a_m} \right)^{1 - \sigma_1} \right)^{\frac{\sigma_1}{1 - \sigma_1}} \quad (4e)$$

ただし、 $f_i^{a_m b_n}$ ： n 国 b 地域の消費者に需要される m

国 a 地域の財 i の数量、 $f_i^{mb_n}$ ： n 国 b 地域の消費者に需

要される m 国の合成財 i の数量、 $\psi_i^{mb_n}$ ：消費合成財換

算パラメータ、 $\gamma_{ij}^{a_m b_n}$ ：財消費シェアパラメータ、 σ_1 ：

代替弾力性、 $cf_i^{a_m b_n}$ ：国別の消費合成財1単位当

たりの地域別の消費財の比率、 $P_i^{mb_n}$ ：国別の消費合成

財の価格、 $t_i^{mb_n}$ 国別の仮想合成マージン率である。

b) 2段階目：国別の中間消費財→財別の中間消費財

$$\min_{f_i^{mb_n}} \sum_{m \in M} (1 + t_i^{mb_n}) P_i^{mb_n} f_i^{mb_n} \quad (5a)$$

$$s.t. \quad f_i^{mb_n} = F_i^{mb_n} (f_i^{1b_n}, \dots, f_i^{mb_n}, \dots, f_i^{Mb_n})$$

$$f_i^{b_n} = \psi_{ij}^{b_n} \left(\sum_{m \in M} \gamma_{ij}^{mb_n} f_i^{mb_n} \frac{\sigma_2 - 1}{\sigma_2} \right)^{\frac{\sigma_2}{\sigma_2 - 1}} \quad (5b)$$

$$cf_i^{mb_n} = \frac{f_i^{mb_n}}{f_i^{b_n}} = \left(\frac{\gamma_i^{mb_n}}{(1+t_i^{mb_n})P_i^{mb_n}} \right)^{\sigma_2} (\psi_i^{b_n})^{-1} \quad (5c)$$

$$P_i^{b_n} = \frac{1}{\psi_i^{b_n}} \left(\sum_{m \in M_m} \gamma_i^{mb_n \sigma_2} \left((1+t_i^{mb_n}) P_i^{mb_n} \right)^{1-\sigma_2} \right)^{\frac{1}{1-\sigma_2}} \quad (5d)$$

ただし、 $f_i^{b_n}$: n 国 b 地域の消費者に需要される合成

財 i の数量、 $\psi_i^{b_n}$: 消費合成財換算パラメータ、 $\gamma_i^{mb_n}$:

財消費シェアパラメータ、 σ_2 : 代替弾力性、 $cf_i^{mb_n}$:

財別の消費合成財1単位当たりの国別の中間財の比率、

$P_i^{b_n}$: 財別の中間消費財の価格である。

c) 3段階目：財別の消費合成財→効用

$$\max_{f_i^{b_n}} U^{b_n}(f_1^{b_n}, \dots, f_i^{b_n}, \dots, f_I^{b_n}) \quad (6a)$$

$$s.t. \quad \sum_{i \in I} P_i^{b_n} f_i^{b_n} = w^{b_n} L^{b_n} + r^{b_n} K^{b_n} - NX^{b_n}$$

$$U^{b_n} = \left(\sum_{i \in I} \gamma_i^{b_n} f_i^{b_n \frac{\sigma_3-1}{\sigma_3}} \right)^{\frac{\sigma_3}{\sigma_3-1}} \quad (6b)$$

$$f_i^{b_n} = \left(\frac{\gamma_i^{b_n}}{P_i^{b_n}} \right)^{\sigma_3} \frac{w^{b_n} L^{b_n} + r^{b_n} K^{b_n} - NX^{b_n}}{\sum_{i \in I} (\gamma_i^{b_n})^{\sigma_3} (P_i^{b_n})^{1-\sigma_3}} \quad (6c)$$

効用 U^{b_n} は、効用最大化問題により式(6a)で定式化される。ここで、効用関数を式(6b)で示されるCES型で仮

定する。ただし、 $\gamma_i^{b_n}$: 財消費シェアパラメータ、

σ_3 : 代替弾力性、 L^{b_n} : 労働力、 K^{b_n} : 資本、

NX^{b_n} : 所得移転である。

式(6a), (6b)より、財別の消費合成財の需要量が式(6c)で表される。

(3) その他のモデルの構造³⁾

a) 付加価値生産関数

$$VA_i^{b_n} = \eta_j^{b_n} (l_j^{b_n})^{\delta_j^{b_n}} (k_j^{b_n})^{1-\delta_j^{b_n}} \quad (7)$$

式(7)で示されるコブ・ダグラス型生産関数で表される。

b) 均衡条件

$$x_j^{b_n} = \sum_{n \in N} \sum_{b \in B} \left(\sum_{j \in J} (1+t_{ij}^{a_n b_n}) x_{ij}^{a_n b_n} + (1+t_i^{a_n b_n}) f_i^{a_n b_n} \right) \quad (8a)$$

for $a_n = b_n, i = j$

$$\sum_{b \in B} \sum_{j \in J} v_{0j}^{b_n} x_j^{b_n} D_{lj}^{b_n} = \sum_{b \in B} L^{b_n} \quad (8b)$$

$$\sum_{b \in B} \sum_{j \in J} v_{0j}^{b_n} x_j^{b_n} D_{kj}^{b_n} = \sum_{b \in B} K^{b_n} \quad (8c)$$

式(8a)は財市場における需給均衡条件である。式(8b), (8c)はそれぞれの国の生産要素市場における労働力と資本の需給均衡条件である。

4. おわりに

本研究は、生産構造や効用関数において従来の2段階のツリー構造ではなく、国レベル地域レベルを含んだ3段階のツリー構造で定式化を行う手法を確立した。

今後取り組むべき課題をいくつか以下に挙げる。

①理想的な国際間地域間産業連関表が得られて前提で話を進めており、得られたデータを実際に適応できる形に処理する手法を確立する必要がある。

②新しく必要となったパラメータのキャリブレーション手法の定式化。

参考文献

- 1) 川崎研一：応用一般近郊モデルの基礎と応用，pp.83-114，日本評論者，1999。
- 2) 水谷誠：政策効果の分析システムに関する研究Ⅲ，国土交通政策研究・第71号，2006
- 3) 上田孝行編：Excel で学ぶ地域・都市経済分析，第4章，2009

(2011.?? 受付)

Multi Section Trading Model with dividing a nation into some regions

Akira HAMANO and Tomoki ISHIKURA

The purpose of this research is that we make the model which can evaluate the trading policy like “Concentrating Haneda airport” by the view point of the nation and also by the view point of the region. The means is that at SCGE model we divide the nation into some regions.

Also we aim to establish the way to get the parameters from International and Regional Input Output Table.