



RIETI Discussion Paper Series 06-J-046

独占的競争等を取り入れた多地域 CGE モデルの構築

久武 昌人
経済産業研究所

山崎 清
株式会社価値総合研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

独占的競争等を取り入れた多地域 CGE モデルの構築

久武昌人
山崎清

2006 年 6 月

要 約

完全競争及び収穫一定の仮定の下に構築されてきた従来の多くの応用一般均衡分析に代わる政策分析のツールとして、不完全競争、規模の経済性等を導入した多地域応用一般均衡分析モデルを構築した。我が国の地域間 IO（9 地域）を用いて、不完全競争市場、規模の経済性、投入係数可変等の性質を備えた CGE モデルを構築し、その結果を、標準的なタイプのそれと比較した。なお、この課題は CGE 特有の問題ではなくモデル分析・予測・評価の作業全てに通じるものであるが、仮定により結果は当然異なってくる。そのため、モデルの前提条件を明示しておく必要があり、その点にも配慮した。

このように、本稿においては、新しい空間経済学がとらえようとしている要素を極力 CGE モデルに取り込んだ新しいモデルを構築した。今回のモデル構築により、規模の経済等を取り入れた多地域 CGE モデルが、計算可能、実行可能であることが明らかとなった。そのみならず、我々のモデルは、より現実に即したものとなっており、おそらくこれまでに例のないものと考えられるストロー効果の現出等、従来多く用いられてきたモデルと差異のあるいくつかの結果を得ることが出来た。

今後は、このモデルを基礎に、東アジア全体に拡張したモデルを構築することが有力な展開方法として考えられる。これをプロトタイプとして、大規模なモデルの構築を進めることが考えられるところである。その際には、より多くの地域、より多くの産業を考慮したとしても計算可能なモデルを構築する必要がある。そのためのモデルの改善点の検討、所要のデータ整備を進めるためのプロセスの検討、国際的な協力体制の枠組み作り等を行うことが必要となる。今後、こうした方向での様々な取り組みが進展することを強く期待するものである。

本稿の作成にあたっては、所内外の有識者から貴重なコメントをいただいた。ここに記して感謝したい。ただし、本稿のあり得る誤りは筆者の責任であり、また、本稿の内容・意見も筆者個人に属するものであって所属する組織等の見解を示すものではない。

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、(独) 経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

1. はじめに

応用一般均衡分析（CGE）は現在、公共事業、規制緩和、国際貿易等の分野の政策研究において幅広く利用されており、政策立案の標準的なツールの一つとしての認知が高まりつつある。一方で、CGE モデルが普及していく中で次のような指摘がなされているのも事実である。

まず第一に、現在、普及している CGE モデルのほとんどは完全競争モデルであり、独占的競争等の不完全競争、規模の経済性等を取り入れたものは限られているが、経済集積の成長や地域間の格差という問題を明示的に取り扱うためには、これらの要素の導入が必要である。第二に、CGE モデルの多くは生産関数について投入係数一定を仮定しているが、産業構造の変化を考慮することが必要とされる政策課題も多い。

以上を踏まえ、以下では、完全競争及び収穫一定の仮定の下に構築されてきた従来の多くの応用一般均衡分析に代わる政策分析のツールとして、不完全競争、規模の経済性等を導入した多地域応用一般均衡分析モデルを構築する。具体的には、以下で詳述する通りの改善を行うため、我が国の地域間 IO（9 地域）を用いて、不完全競争市場、規模の経済性、投入係数可変等の性質を備えた CGE モデルを構築した。さらに、その結果を、標準的なタイプのそれと比較した。なお、この課題は CGE 特有の問題ではなくモデル分析・予測・評価の作業全てに通じるものであるが、仮定により結果は当然異なってくる。そのため、モデルの前提条件を明示しておく必要があり、その点にも配慮した。

2. 構築するモデルについて

2-1 先行モデルについて

これまで多くの CGE モデルが各分野で構築されているが、完全競争の仮定を緩和し、不完全競争を仮定したモデルは、国際貿易等でいくつかみられる。

代表的なもののうち、一つの流れは、Harrison and Rutherford（1996）らがウルグアイラウンドの影響・効果の分析を行うために構築したモデルが先駆けとなっており、ミクロ的な基礎を重視した理論的に精緻なモデルである。その特徴は、独占的競争企業を定式化し、財のパラエティ（製品差別化）と規模の経済（固定費用）を明示的に取り込んでいること等である。また、独占的企業の最適化行動からマークアップ率を導出しており、企業数（ N ）が変化するだけでなく、マークアップ率も変動するという構造となっている。但し、家計の効用関数や企業の生産関数については、独占的競争モデルとして広く利用されている Dixit-Stiglitz 型の多様性は明示されておらず、投入係数は全て一定と仮定されている。

このように企業の行動モデルに改良を加えて不完全競争（独占的競争）を導入したモデルには、Harrison and Rutherford をはじめとして、Smith and Venables(1988)、Bchir et al. (2002)、De Santis(2002)等がある。いずれも、キャリブレーションの方法には相違があるものの、モデル構造としては概ね類似したものとなっている。

もう一つ代表的なモデルとしては、CGEurope が挙げられる。これは、EU で交通基盤整備の効果を計測するために構築・改良が進められているモデルであり、Harrison and Rutherford 等とは対照的に可能な限りモデルを簡素化し、モデルの仮定や設定値を減らしている。特徴は、産業連関分析や CGE モデルで課題とされることのある IO の投入係数一定の仮定は緩められ、可変的（内生的）な取り扱いがなされていることである。これにより、大規模な政策を講じた場合の投入・産出構造変

化を見ることが可能となっている。生産技術に関しては、レオンチェフ型を仮定せず CES 型を用いており、不完全代替を表現している。また、貿易における CGE モデルでしばしば批判の対象となるアーミントンの構造も簡素化されており、合成輸入財等は扱われていない。つまり、輸入財と国内財の代替の弾力性が同値と仮定されている。このように、Harrison and Rutherford 等のモデルと比較して、理論的な厳密さでは劣るものの、政策ツールとして多くの批判に対処することに配慮されたモデルといえる。

なお、以上の内容については、補論においてさらに詳しく説明している¹。

2-2 構築するモデルの概要

以上の先行モデルとの関連を明らかにしつつ、われわれのモデルの内容について以下に述べる。推定するパラメータ数とデータとの関係を考慮して他の CGE モデルと同様に採用したアーミントン構造を除いては、より現実妥当性及び政策評価上の有用性があると考えられる手法を採用することとした。

投入・産出係数、生産技術

通常の CGE モデルでは投入係数は固定的に扱われ、施策が大きなインパクトを及ぼすと想定される場合には現実と大きく異なるインプリケーションを示してしまうおそれがある。このため、投入係数は可変的（内生的）に扱うことにする。それに伴い、企業の生産技術は通常の CGE モデルのようなレオンチェフ型でなく、CGEurope モデルと同様に CES 型を使用した。

独占的企業の行動

先行文献と同様に、独占的競争市場を導入することとした。具体的な導入方法としては、Harrison and Rutherford 等と同様に Dixit-Stiglitz 型のモデルにおける独占企業の行動を明示して、バラエティ（多様性）、固定費用、企業数を導入した。これらの値は既存の統計からでは取得困難な場合もあるが、その場合にはキャリブレーションにより設定することとした。

マークアップ率

マークアップ率についても市場構造の変化（不完全競争の程度等）の分析上も意味があることを考慮し、Francois(1998)と同様に、マークアップ率を可変的（内生変数）に設定した。

アーミントン構造

国際貿易に関する CGE モデルでしばしば論点となるアーミントン構造であるが、推定すべきパラメータ数と観察できるデータ数との関係を考慮し、Harrison and Rutherford、CGEurope の双方や他のモデルでも採用されているこの構造を我々も用いる。なお、弾力性の与えについて基本的に

¹ なお、国際貿易の CGE モデルとして普及している GTAP モデルでも不完全競争の導入が議論されてきた。全体のレビューとしては Hertel(1996)で示されており、GTAP モデルの改良コード（プログラム）も示されている。また、Francois(1998)では不完全競争モデルで使用するマークアップ率を GTAP database から計測する方法について記述し、2 地域 3 セクターで実際にモデルを構築し、便益を計測している。マークアップ率は CDR を GTAP でキャリブレーション時に計測している（ $CDR=0.15$ であり、この場合、代替の弾力性は 6.67、マークアップ率は約 1.18 である）。ただし、GTAP モデルは大規模な国際貿易データに対応したモデルで、これらの文献でも指摘されているように均衡解を得ることに不具合が出る可能性もあり、これらの研究以降はあまり議論されていないように見受けられる。

GTAP モデルの弾力性を用いたが、同モデルでは設定されていないバラエティの代替の弾力性については、先行文献を参考に設定した。

キャリブレーション

企業数、マークアップ率、固定費用等は実測データが存在しない。ミクロ経済の理論を精緻に表現することと実測データの利用可能性はしばしばトレードオフの関係にある。本稿ではミクロ経済の理論をなるべく精緻に再現することを課題としているので、実測データが存在しない場合にはキャリブレーションにより設定することとした。

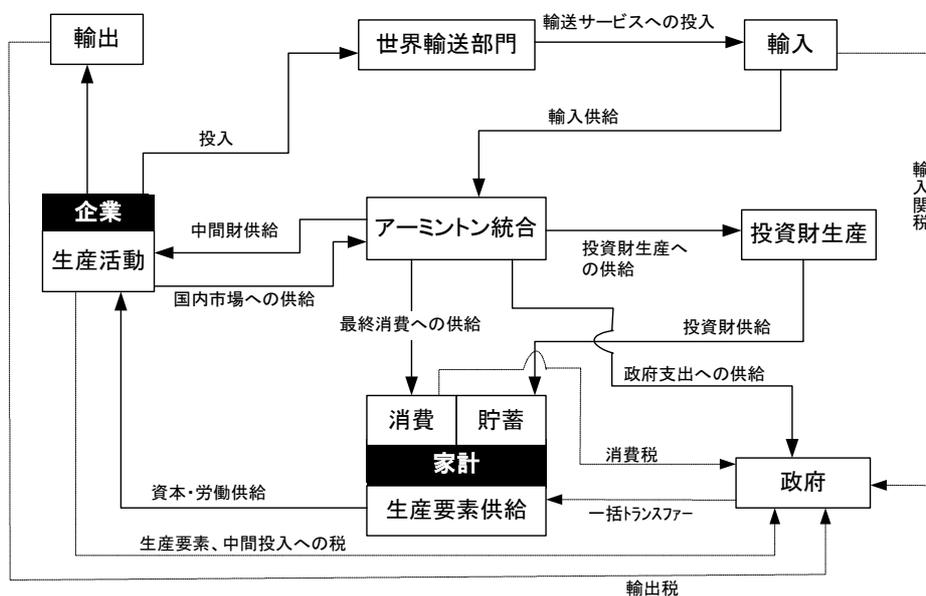
プログラム言語

大規模な CGE モデルのコーディングには、GTAP モデルにおいて通常用いられる GEMPACK、最適化言語の GAMS 等が用いられることが多いが、GEMPACK は GTAP モデル等に特有のコードであること、最適化ソフトを用いた場合には汎用的な非線形最適化手法を用いるため、必ずしも最適解を得られる保証が無い（最適化問題が解けない可能性がある）こと、さらに、モデルの拡張性等を考慮し、プログラミング言語で構築していくこととした。

2-3 モデルの全体構造

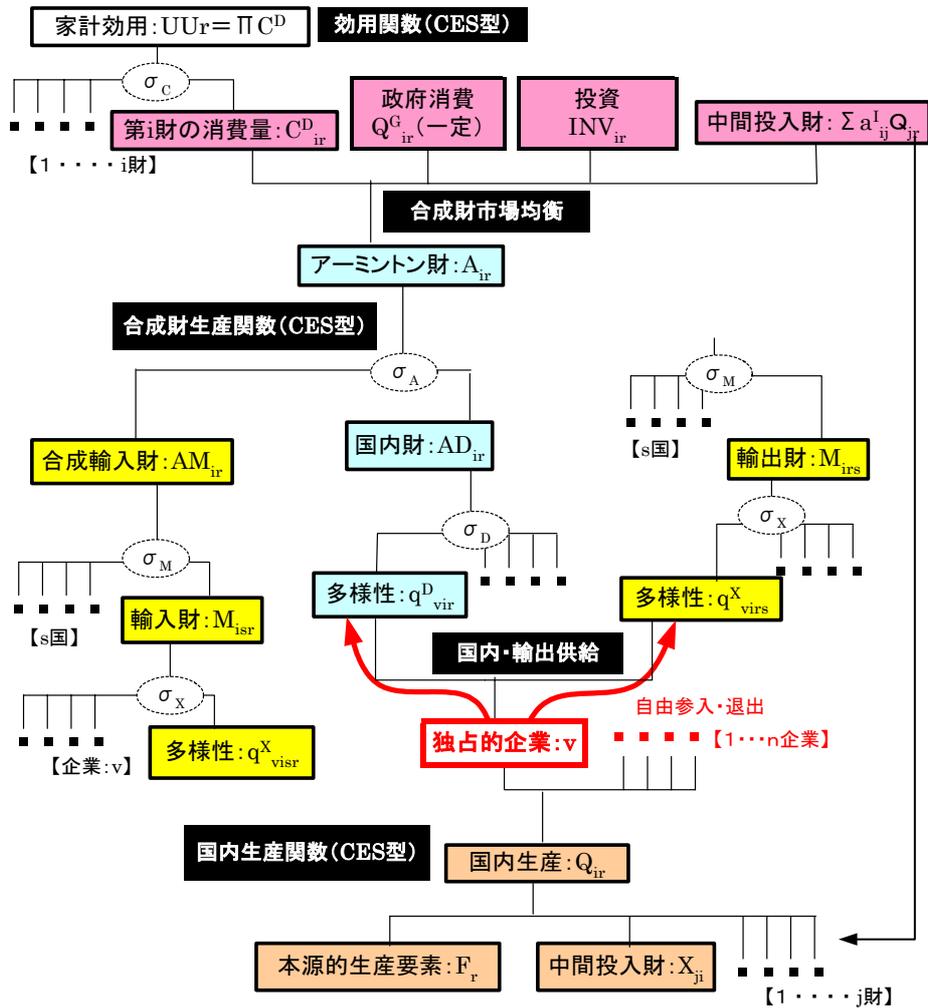
モデルの全体構造は下図の通りである。

図 2-1 構築するモデルの構造



また、モデルの財・生産要素の流れは図 2-2 のとおりである。

図 2-2 モデルの財・生産要素の流れ



国内生産を産出後の輸出段階において独占的企業が活動を行う、製品差別化と規模の経済性を導入した不完全競争モデルとなっている。なお、基本的に、企業の活動以外の主体（家計等）の活動については、通常の応用一般均衡分析モデルと同様の枠組みである。

本稿の主な目的は独占的競争等を取り入れた産業構造可変モデル（Model-4、表 3-1 を参照）の構築である。さらに、その意味を明らかにするため、これを含め 4 種類のモデルを構築し、これらの間の結果の比較を行う。具体的には地域間の輸送マージンを低下させた場合の効果の比較を行う。

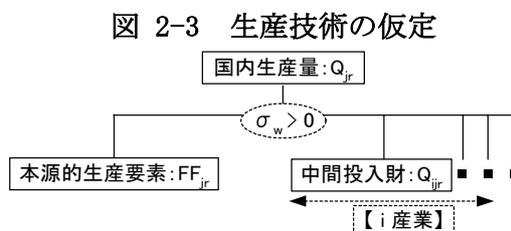
2-4 モデルの定式化

以下で、モデルの定式化を説明する。なお、個々の記号の説明については本文中で行っているが、Appendix 1 に、その一覧をまとめて記載している。

(1) 企業の行動

①生産

各部門は中間財及び単一の本源的生産要素を用いて、規模に関して収穫一定の下で利潤を最大化するように生産を行うと仮定し、CES 型の生産技術を用いた。投入構造は図 2-3 のように、生産要素と中間投入財が代替可能と考える。なお、最新の GTAP モデルでは改善されてきているが、これまで通常の CGE モデルでは投入係数を固定的に扱い、本源的生産要素（資本、労働等）間のみで代替を許容していた。しかしながら、投入要素間の代替を描写しないことに関する理論的・経験的な根拠は存在しないと考えられるため、本モデルでは投入要素間の代替を許容することとした。



また、本モデルでは市場構造を独占的競争と仮定しており、生産者は中間財（アーミントン財）の購入者としてはプライステイカーとして行動する。すなわち、生産者は自らが中間財市場において直面する価格を所与のものとして購入量を決定する。

生産者は費用を最小とするように投入物の組み合わせを選択するため、以下の費用最小化行動の定式化より単位費用関数を導くことができる。

$$C_{jr} = \min \left[(1 + \tau_{jr}^F) w_r FF_{jr} + \sum_i (1 + \tau_{ijr}^I) p_{ir}^A Q_{ijr} \right] \quad (1)$$

$$st. \quad Q_{jr} = \left[\alpha_{jr}^F (FF_{jr})^{\frac{\sigma_w - 1}{\sigma_w}} + \sum_i \alpha_{ijr}^I (Q_{ijr})^{\frac{\sigma_w - 1}{\sigma_w}} \right]^{\frac{\sigma_w}{\sigma_w - 1}}$$

C_{jr} は j 産業の費用関数、 Q_{jr} を j 産業の生産量、 Q_{ijr} を中間財 i の産業 j への投入量、 FF_{jr} を r 国の産業 j における本源的生産要素の投入量、 σ_w は代替の弾力性、 τ_{ir}^I は中間財への税率、 τ_{jr}^F は本源的生産要素への税率、 α_{jr}^F 、 α_{ijr}^I はシェアパラメータである。生産関数が 1 次同次であるため、生産量 (Q_{jr}) と独立な費用関数 (単位生産費用: C_{jr}) が求められる。

$$C_{jr} = \left[(\alpha_{jr}^F)^{\sigma_w} ((1 + \tau_{jr}^F) w_r)^{1 - \sigma_w} + \sum_i (\alpha_{ijr}^I)^{\sigma_w} ((1 + \tau_{ijr}^I) p_{ir}^A)^{1 - \sigma_w} \right]^{\frac{1}{1 - \sigma_w}} \quad (2)$$

(2) 式にシェパードの補題を適用し、単位需要関数 (投入係数) を導出すると以下ようになる。生産要素価格 (w_{jr}) 及びアーミントン財価格 (p_{ir}^A) の変化により単位需要 (投入係数) が変化する構造であり、施策による産業構造の変化を分析することも可能となる。

$$a_{ijr} = \frac{\partial c_{jr}}{\partial \left((1 + \tau_{ijr}^I) p_{ir}^A \right)} = \left(\frac{c_{jr} \alpha_{ijr}^I}{(1 + \tau_{ijr}^I) p_{ir}^A} \right)^{\sigma_w} \quad (3)$$

$$b_{jr} = \frac{\partial c_{jr}}{\partial \left((1 + \tau_{jr}^F) w_r \right)} = \left(\frac{c_{jr} \alpha_{jr}^F}{(1 + \tau_{jr}^F) w_r} \right)^{\sigma_w} \quad (4)$$

②産出（販売）

輸出・国内需要部門では、同じ部門であっても各企業の財（バラエティ）は他企業の財（バラエティ）とは差別化されていると仮定する（製品差別化の導入）。各企業のバラエティは上述のように CES 関数を通じて国内財、輸入財に統合されることになる。

ここでは国内で生産された（単一）財を仕入れて、それを国内向けあるいは輸出向けに販売（変形）する企業を想定している。国内財と輸出財の間は輸入と異なり「完全変形（完全代替：代替の弾力性 $\sigma \rightarrow \infty$ ）」を仮定しており、各企業はアーミントンの構造（販売経路）を認識して販売（供給）を決定する。

各国の各市場は分断されており、各企業は総生産量を選択するのではなく、国内への供給、各国への輸出供給を全て分けた形で選択することになる。以上の前提の下で、地域 r の i 産業における（販売）企業 v の利潤最大化行動は以下の式となる。

$$\pi_{vir} = \left[p_{vir}^D q_{vir}^D + \sum_s p_{virs}^X q_{virs}^X \right] - (1 + \tau_{ir}^O) mc_{vir} \left[q_{vir}^D + \sum_s q_{virs}^X + fc_{vir} \right] \quad (5)$$

ここで、 fc_{vir} は企業 v の固定的投入量、 τ_{ir}^O は生産税、 p_{vir}^D は国内市場での価格、 p_{virs}^X は地域 s への輸出価格、 q_{vir}^D は国内市場への供給、 q_{virs}^X は地域 s への輸出、 mc_{vir} は限界費用である。

本モデルでは、産出（販売）企業レベルで固定費用（ fc ）が導入されており、規模の経済が働くと仮定している。生産構造（生産関数）については全ての企業が対称であると仮定しているため、市場に依存しない限界費用が単位費用（ c_{ir} ）になる（ $mc_{vir} = c_{ir}$ ）。

通常の完全競争のモデルでは財価格は国内、輸出向けともに単一の価格（限界費用）であるが、このモデルでは、各国市場が分断されているため、各企業は各国の市場において異なった価格を設定しており、国内市場で設定する価格が p_{vir}^D 、地域 s の市場で設定する価格が p_{virs}^X というように供給先毎に価格が区別されている。

③利潤最大化条件（企業の価格設定とマークアップ）

各企業 v は、利潤を最大化するように国内市場及び各国市場への供給量を決定する。よって利潤最大化条件は以下のようになる。

$$\frac{\partial \pi_{vir}}{\partial q_{vir}^D} = 0 \quad : \quad p_{vir}^D = \frac{1 + \tau_{ir}^O}{1 - \mu_{vir}^D} mc_{vir} \quad (6)$$

$$\frac{\partial \pi_{vir}}{\partial q_{virs}^X} = 0 \quad : \quad p_{virs}^X = \frac{1 + \tau_{ir}^O}{1 - \mu_{virs}^X} mc_{vir} \quad (7)$$

ここで、 μ_{vir}^D 、 μ_{virs}^X はそれぞれ国内供給、地域 s への輸出供給についてのマークアップの程度を示しており、企業が直面する需要の価格弾力性を ε とすると、 $\mu = 1 / \varepsilon$ である。ここで、 i 産業内の全ての企業が対称であると仮定し、それを明示的に求めると以下のようになる。

$$\mu_{ir}^D = \frac{1}{\sigma_{ir}^D} + \left[\frac{1}{\sigma_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_{ir}^D} \right] \frac{1}{n_{ir}} + \left[1 - \frac{1}{\sigma_{ir}^A} \right] \frac{S_{ir}^{AD}}{n_{ir}} \quad (8)$$

$$\mu_{irs}^X = \frac{(1 + \tau_{irs}^X) p_{irs}^X + \tau_{irs} pT}{(1 + \tau_{irs}^X) p_{irs}^X} \tilde{\mu}_{irs}^X \quad (9)$$

$$\tilde{\mu}_{irs}^X = \frac{1}{\sigma_{is}^F} + \left[\frac{1}{\sigma_{is}^M} - \frac{1}{\sigma_{is}^F} \right] \frac{1}{n_{ir}} + \left[\frac{1}{\sigma_{is}^A} - \frac{1}{\sigma_{is}^M} \right] \frac{S_{irs}^M}{n_{ir}} + \left[1 - \frac{1}{\sigma_{is}^A} \right] \frac{S_{irs}^M S_{is}^{AM}}{n_{ir}}$$

$$S_{ir}^{AD} = \frac{p_{ir}^{AD} AD_{ir}}{p_{ir}^A A_{ir}} \quad S_{is}^{AM} = \frac{p_{is}^{AM} AM_{is}}{p_{is}^A A_{is}} = 1 - S_{is}^{AD} \quad (10)$$

$$S_{irs}^M = \frac{(1 + \tau_{isr}^M) p_{isr}^M M_{isr}}{p_{is}^{AM} AM_{is}} \quad \sum_r S_{irs}^M = 1 \quad (11)$$

S_{ir}^{AD} は地域 r における国内財 i へのシェア、 S_{ir}^{AM} は地域 r における輸入財 i への支出シェア、 S_{irs}^M は地域 s における地域 r からの輸入財 i へのシェア、 n_{ir} は地域 r における企業数（バラエティ数）である。

マークアップの程度は「市場の不完全」の程度を示すものであり、国内供給におけるマークアップの程度は国内の企業数の増加に伴って低下し、国内財シェアの拡大により増加する。輸出（国外供給）では輸出国の企業数の増加により低下し、輸入国における輸入財シェアの拡大、輸入財における当該輸出国のシェアの拡大により増加する。

ここで(7)式及び(9)式から、輸出バラエティ財価格を導出すると以下ようになる。

$$p_{virs}^X = \frac{(1 + \tau_{ir}^O)(1 + \tau_{irs}^X) m c_{vir} + \mu_{irs}^X \tau_{irs} pT}{(1 - \tilde{\mu}_{irs}^X)(1 + \tau_{irs}^X)} \quad (12)$$

④ゼロ利潤条件（企業数の導出）

このモデルでは通常の独占的競争モデルと同様に、同一産業内では全ての企業（バラエティ）は対称であると仮定しており、（均衡における）企業の生産量、価格、マークアップ率は同じ値となる。

また、自由参入・退出によりゼロ利潤条件（(5)式）の $\pi=0$ ）が満たされるように企業数 n_{ir} が決定されることになる。具体的には(5)式に利潤最大化条件(6)(7)式を代入し、ゼロ利潤条件より下式が導かれ、企業数が決定される。

$$\mu_{vir}^D p_{vir}^D q_{vir}^D + \sum_s \mu_{virs}^X p_{virs}^X q_{virs}^X = (1 + \tau_{ir}^O) m c_{vir} f c_{vir} \quad (13)$$

⑤国内財と輸入財の価格指数及び需要量

バラエティを統合した国内財及び輸入財の価格指数 p_{ir}^{AD} 、 p_{irs}^M を定義する。モデルではバラエティ間の対称性を仮定するため、対称性の下で価格指数を導出する。

国内供給の価格（ p_{ir}^{AD} ）については対称性より β 、 p_{vir}^D は全ての v について等しい。よって両者から v をとることが可能であり、 v について総和することは企業数 n_{ir} を乗じることになり、国内財と輸入財の価格指数は以下ようになる。

$$p_{ir}^{AD} = (n_{ir})^{\frac{1}{1-\sigma_{ir}^D}} (\beta_{ir}^D)^{\frac{\sigma_{ir}^D}{1-\sigma_{ir}^D}} p_{vir}^D \quad (14)$$

$$p_{isr}^M = (n_{is})^{\frac{1}{1-\sigma_{ir}^X}} (\beta_{isr}^M)^{\frac{\sigma_{ir}^X}{1-\sigma_{ir}^X}} \left[(1 + \tau_{isr}^X) p_{isr}^X + \tau_{isr} pT \right] \quad (15)$$

これにより、バラエティ数（企業数）の変化が価格指数に与える影響をみる事が可能となる。上式で $\sigma > 1$ であれば、 n_{ir} の増加は p_{ir}^{AD} を低下させることになる（バラエティの増加は1単位の合成国内財 A_{ir}^D を得るために必要な費用を低下させる）。つまり、” Love of Variety ” が成立していることになる。 p_{isr}^M も同様に導ける。

価格指数と同様にバラエティの需要量を対称性から以下のように導出する。ここでも v を消去することが可能となる。

$$AD_{ir} = (n_{ir})^{\frac{\sigma_{ir}^D}{\sigma_{ir}^D - 1}} \left(\beta_{ir}^D \right)^{\frac{\sigma_{ir}^D}{\sigma_{ir}^D - 1}} q_{ir}^D \quad (16)$$

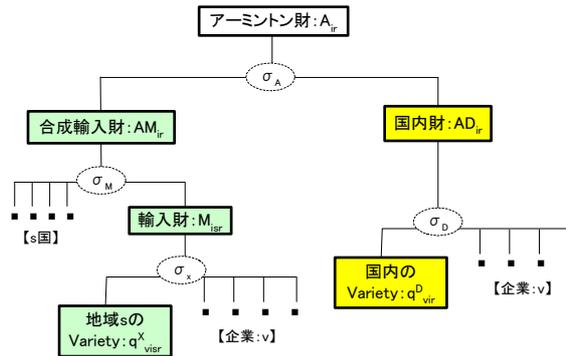
$$M_{isr} = (n_{is})^{\frac{\sigma_{ir}^X}{\sigma_{ir}^X - 1}} \left(\beta_{isr}^M \right)^{\frac{\sigma_{ir}^X}{\sigma_{ir}^X - 1}} q_{isr}^X \quad (17)$$

(2) 国際貿易（アーミントン統合の構造等）

我々のモデルも他 CGE と同様にアーミンントンの仮定を置いている。つまり、国内で生産された財と輸入財は「不完全代替（完全補間）」であると仮定し、各地域からの輸入及び輸入財と国内財は CES 関数を通じて統合される。

さらに、輸入財は輸入先についても不完全代替であると仮定している。アーミントン財は中間投入、最終需要、投資、政府支出のために用いられる。財の輸入には固定的に輸送費用がかかる。

図 2-4 Armington の構造



上図のアーミンントンの構造は次式で与えられる。

ここで、 A_{ir} は財 i の国内財と輸入財を統合したアーミントン財の数量、 AM_{ir} は各地域からの輸入が統合されたもの、 AD_{ir} は国内のバラエティが統合されたもの、 M_{isr} は地域 s からのバラエティが統合されたもの、 q_{vir}^D は r 国の企業 v の国内供給、 q_{visr}^X は r 国の企業 v の s 国への輸出数量を表している。 α 、 β はパラメータ、 σ は各段階の代替の弾力性である。

$$A_{ir} = \left[\alpha_{ir}^{AD} (AD_{ir})^{\frac{\sigma_{ir}^A - 1}{\sigma_{ir}^A}} + \alpha_{ir}^{AM} (AM_{ir})^{\frac{\sigma_{ir}^A - 1}{\sigma_{ir}^A}} \right]^{\frac{\sigma_{ir}^A}{\sigma_{ir}^A - 1}} \quad (18)$$

$$AM_{ir} = \left[\sum_s \alpha_{isr}^M (M_{isr})^{\frac{\sigma_{ir}^M - 1}{\sigma_{ir}^M}} \right]^{\frac{\sigma_{ir}^M}{\sigma_{ir}^M - 1}} \quad (19)$$

$$AD_{ir} = \left[\sum_v \beta_{vir}^D (q_{vir}^D)^{\frac{\sigma_{ir}^D - 1}{\sigma_{ir}^D}} \right]^{\frac{\sigma_{ir}^D}{\sigma_{ir}^D - 1}} \quad (20)$$

$$M_{isr} = \left[\sum_v \beta_{visr}^M (q_{visr}^X)^{\frac{\sigma_{ir}^X - 1}{\sigma_{ir}^X}} \right]^{\frac{\sigma_{ir}^X}{\sigma_{ir}^X - 1}} \quad (21)$$

アーミントンの仮定を現実のモデルに導入する際には、家計や企業は輸入された財をそのまま利用するのではなく、輸入財とそれに対応する国内財をある一定の関係で混ぜ合わせてアーミントンの合成財を利用すると考える。つまり、仮想的な企業が国内財及び輸入財を投入してアーミントン財を生産し、費用最小化行動をとるものとする。

全ての数量指数（ここでは(18)式をアーミントン財の生産関数と考える）は一次同次のCES関数によって定義されているため、(22)式のように単位費用を定義することが可能となる。

同様の方法により、合成輸入財、バラエティを合成した国内財、輸入バラエティを統合した輸入財に対応する価格指数を定義することが可能となる。ここで p は各段階に応じた価格、 t_{isr}^M は輸入関税、 t_{isr}^X は輸出関税であり、 pT は輸送サービスの価格（指数）、 τ_{isr} は財 i の s 国から r 国への輸出 1 単位に必要な輸送サービス（輸送マージン率）である。

$$p_{ir}^A = \left[(\alpha_{ir}^{AD})^{\sigma_{ir}^A} (p_{ir}^{AD})^{1-\sigma_{ir}^A} + (\alpha_{ir}^{AM})^{\sigma_{ir}^A} (p_{ir}^{AM})^{1-\sigma_{ir}^A} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{ir}^A}} \quad (22)$$

$$p_{ir}^{AM} = \left[\sum_s (\alpha_{isr}^M)^{\sigma_{ir}^M} \left((1 + \tau_{isr}^M) p_{isr}^M \right)^{1-\sigma_{ir}^M} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{ir}^M}} \quad (23)$$

$$p_{ir}^{AD} = \left[\sum_v (\beta_{vir}^D)^{\sigma_{ir}^D} (p_{vir}^D)^{1-\sigma_{ir}^D} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{ir}^D}} \quad (24)$$

$$p_{isr}^M = \left[\sum_v (\beta_{visr}^M)^{\sigma_{ir}^X} \left((1 + \tau_{isr}^X) p_{visr}^X + \tau_{isr} pT \right)^{1-\sigma_{ir}^X} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{ir}^X}} \quad (25)$$

以上の価格指数に対して、シェパードの補題を適用し、単位補償需要関数が導出し、単位補償需要関数に合成財の需要量に乗じて補償需要を以下のように導出する。

$$AD_{ir} = \left[\frac{\alpha_{ir}^{AD} p_{ir}^A}{p_{ir}^{AD}} \right]^{\sigma_{ir}^A} A_{ir} \quad (26)$$

$$AM_{ir} = \left[\frac{\alpha_{ir}^{AM} p_{ir}^A}{p_{ir}^{AM}} \right]^{\sigma_{ir}^A} A_{ir} \quad (27)$$

$$M_{isr} = \left[\frac{\alpha_{isr}^M p_{ir}^A}{(1 + \tau_{isr}^M) p_{isr}^M} \right]^{\sigma_{ir}^M} AM_{ir} \quad (28)$$

$$q_{vir}^D = \left[\frac{\beta_{vir}^D p_{ir}^{AD}}{p_{vir}^D} \right]^{\sigma_{ir}^D} AD_{ir} \quad (29)$$

$$q_{visr}^X = \left[\frac{\beta_{visr}^M p_{isr}^M}{(1 + \tau_{isr}^X) p_{visr}^X + \tau_{isr} pT} \right]^{\sigma_{ir}^X} M_{isr} \quad (30)$$

(3) 国際（地域間）輸送部門

国際間（地域間）で輸送を行う場合、輸送費用の負担をモデルで明示する必要があるが、輸送サービスを提供するのは取引を行う当事国（地域）であるとは限らない。そこで、本モデルでは輸送を担当するセクターが1つ存在すると仮定し、運輸セクターとする。

産業 j の地域 s から地域 r への輸入1単位に必要な輸送サービス量（輸送マージン率）を τ_{jsr} とし、地域 s から地域 r への財 j の輸入量が M_{jsr} であるため、輸送サービス需要量は $\tau_{jsr} \times M_{jsr}$ となる。総輸送サービスは T で表され、国際輸送部門の総収入は全ての財 j 、 r 、 s について総和したものとなる。

$$T = \sum_s \sum_r \sum_j T_{jsr} = \sum_s \sum_r \sum_j \tau_{jsr} M_{jsr} \quad (31)$$

国際輸送部門は各国（各地域）からの投入を得て輸送サービスを生産、提供すると仮定する。輸送サービスは固定比率で生産されるものとする。各国（地域） r の産業 i で生産される輸送サービスを Q_{ir}^T とすると以下の式が成立する。

$$T = \min \left[\frac{Q_{ir}^T}{a_{ir}^T} \right] \Rightarrow Q_{ir}^T = a_{ir}^T T \quad (32)$$

a_{ir}^T は輸送サービスを生産するのに必要な地域 r の産業 i の単位投入量である。これにより輸送サービスの価格指数は以下のように与えられる。つまり、地域 r の各産業の価格（生産税込み価格）に国際輸送部門への投入係数（ a_{ir}^T ）を乗じた値の総和（加重平均値）となり、これが国際輸送部門の提供するサービスに対する価格（指数）であり、全地域間で一律の値となり、各産業の限界費用の変化がそのまま輸送費に反映される構造となる。

$$pT = \sum_r \sum_i (1 + \tau_{ir}^Q) c_{ir} a_{ir}^T \quad (33)$$

これにより、産業 j の地域 s から地域 r への輸入財の価格は、輸出国（地域 s ）での価格に輸出税 τ_{jsr}^X 、輸送マージン τ_{jsr} 、輸送サービス価格 pT を用いて以下のように記述できる。つまり、各地域間の輸送サービス価格（ $\tau \times pT$ ）は国際輸送部門の提供する価格に各地域間（ sr ）の輸送マージンを乗じた値となり、一律の輸送価格に対して（地域、産業で固定的な）輸送マージンで地域、産業毎の輸送費が決定される構造となる。

$$\tilde{p}_{jsr}^X = (1 + \tau_{jsr}^X) p_{jsr}^X + \tau_{jsr} pT \quad (34)$$

(4) 家計の行動

家計の効用関数は CES 型とし、要素所得（労働・資本所得）、政府からのトランスファーから収入を得て、所得（収入-家計貯蓄）制約の下で効用最大化行動をとると仮定する。家計の生産要素の賦存量は外生（=一定）と仮定する。家計の効用関数は CES 型であるので効用 U は以下のように表現される。

$$U_r = \left[\sum_i \alpha_{ir}^C (C_{ir}^D)^{\frac{\sigma_c - 1}{\sigma_c}} \right]^{\frac{\sigma_c}{\sigma_c - 1}} \quad (35)$$

U_r は r 国の家計の効用水準、 C_{ir}^D は r 国の i 財の家計の消費量、 α はパラメータである。

効用最大化を図る家計は、支出を最小化するように財を選択するので単位支出関数（一単位の効用を得るために必要な最小支出）を定義できる。

$$p_r^U = \left[\sum_i (\alpha_{ir}^C)^{\sigma_c} \left((1 + \tau_{ir}^C) p_{ir}^A \right)^{1-\sigma_c} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_c}} \quad (36)$$

家計の所得（収入－家計貯蓄）を H_r とすると、家計効用は以下のようになり、所得を単位支出関数で除したものが効用水準となる。

$$U_r = \frac{H_r}{p_r^U} \quad (37)$$

消費需要はシェパードの補題より補償需要関数は以下の式となる。

$$C_{ir}^D = \frac{\partial p_r^U}{\partial p_{ir}^A} U_r = \left[\frac{\alpha_{ir}^C p_r^U}{(1 + \tau_{ir}^C) p_{ir}^A} \right]^{\sigma_c} U_r \quad (38)$$

家計が消費支出に利用できる所得 H_r の源泉は、まず、生産要素所得であり、次に政府からのトランスファー、さらに、上記の所得から家計貯蓄を差し引く。

$$H_r = w_r F_r + H_r^G - S_r^p \quad (39)$$

(5) 政府

政府は税を通じて収入を得る。その税収の全部を政府支出にまわすと仮定する。税としては GTAP データに含まれる輸入関税、輸出税等をそのまま考慮する。

① 政府収入

政府は税により収入を得て、その税収の一部を政府支出に回し、残り全てを家計に一括にトランスファーする。税としては GTAP データベースに含まれている①消費税、②生産税、③所得税（生産要素に対する直接税）、④中間投入に対する税、⑤政府の需要に対する税、⑥輸入関税、⑦輸出関税を考慮する。

$$T_{ir}^C = \tau_{ir}^C p_{ir}^A C_{ir}^D \quad (\text{消費税}) \quad (40)$$

$$T_{ir}^Q = \tau_{ir}^Q c_{ir} Q_{ir} \quad (\text{生産税}) \quad (41)$$

$$T_{jr}^F = \tau_{jr}^F w_r F F_{jr} \quad (\text{生産要素税}) \quad (42)$$

$$T_{ijr}^I = \tau_{ijr}^I p_{ir}^A Q_{ijr} \quad (\text{中間投入税}) \quad (43)$$

$$T_{ir}^G = \tau_{ir}^G p_{ir}^A Q_{ir}^G \quad (\text{政府支出に係る税}) \quad (44)$$

$$T_{ir}^M = \tau_{ir}^M p_{ir}^M A M_{ir} \quad (\text{輸入税}) \quad (45)$$

$$T_{irs}^X = \tau_{irs}^X p_{irs}^X M_{irs} \quad (\text{輸出税}) \quad (46)$$

ここで、 T_i^Q は生産税収入額、 T_{ir}^M は輸入税額、 T_{ir}^X は輸出税額、 τ_r^d は所得税率、 τ_{ir}^Q は生産税率、 τ_{ir}^M は輸入税率、 τ_{ir}^X は輸出税率である。

② 政府支出

(実質の) 政府支出は各財の固定比率の組み合わせから成ると仮定する。よって、 G_r を (実質の) 政府支出、 Q_{ir}^G を政府支出に利用されるアーミントン財の量とすると、以下ようになる。

$$G_r = \min \left[\left(\frac{Q_{ir}^G}{a_{ir}^G} \right) \right] \Rightarrow Q_{ir}^G = a_{ir}^G G_r \quad (47)$$

ここで、 a_{ir}^G は政府支出の各産業への投入係数（分配率）となる。（実質の）政府支出はベンチマーク値 G_r で常に一定と仮定する。(42)式より政府支出の価格指数は以下のように（政府支出税込みの）アーミントン財価格を政府支出の投入係数で加重平均した値となる。

$$p_r^G = \sum_i a_{ir}^G (1 + \tau_{ir}^G) p_{ir}^A \quad (48)$$

実質の政府支出に価格指数（ P_r^G ）を乗じたものが名目の政府支出となり、実質の政府支出が一定に保たれていても、価格指数が変化すれば名目の政府支出が変化する構造となる。この政府収入から政府支出を差し引いた残額（ H_r^G ）が家計に一括移転される。

$$H_r^G = \sum_i T_{ir}^C + \sum_j T_{jr}^O + \sum_j T_{jr}^F + \sum_i \sum_j T_{ijr}^I + \sum_i T_{ir}^G + \sum_j T_{jr}^M + \sum_j T_{jr}^X - p_{ir}^G G_r \quad (49)$$

（6）貯蓄と投資

①貯蓄

貯蓄行動は投資主体が家計、政府、外国の貯蓄を想定し、平均貯蓄性向によって決まるとする。まず、政府貯蓄は政府の平均貯蓄性向と政府収入から一括移転される残額で決定されるものとする。

$$S_r^g = ss_r^g H_r^G \quad (50)$$

家計貯蓄は要素所得を平均貯蓄性向（ ss_r^p ）だけ貯蓄すると想定する。

$$S_r^p = ss_r^p w_r F_r \quad (51)$$

さらに、本モデルは「開放経済モデル」であるため、為替レート（ ε ）を外生変数として国際収支制約式を導入し、海外貯蓄（ S_r^f ）が内生的に決定される構造とする。

$$S_r^f = \sum_i \varepsilon_r p_{ir}^{AM} AM_{ir} - \sum_i \sum_s \varepsilon_r p_{irs}^M M_{irs} \quad (52)$$

②投資

このモデルでは投資は貯蓄量に応じて決定されるとしている。よって、投資財生産量（ INV_{ir} ）は家計部門の貯蓄量（ S_r^p ）と政府部門の貯蓄量（ S_r^g ）と海外部門の貯蓄量（ S_r^f ）の合計に産業別シェアを乗じた値として定式化され、投資財の価格指数はアーミントン財価格（ p_{ir}^A ）に等しいことから、投資支出は $p_{ir}^A INV_{ir}$ で与えられる。

$$INV_{ir} = \frac{\lambda_{ir}}{p_{ir}^A} (S_r^p + S_r^g + S_r^f) \quad (53)$$

ここで、 λ_i は投資総額に占める*i*財の割合（ $0 < \lambda_i < 1$ 、 $\sum \lambda_i = 1$ ）である。

（7）市場均衡

①アーミントン財の市場

アーミントン財の供給は A_{ir} で与えられ、需要は中間需要、家計最終消費、政府支出、投資、国際輸送費の和である。中間需要については、まず各企業の中間需要は可変要素としての需要と固定要素としての需要に分けられる。前者は生産量に投入係数を乗じた $a_{ijr}^I (q_{jr}^D + \sum q_{jrs}^X)$ で表され、後者は $a_{ijr}^I f_{c_{jr}}$ で表される。さらに、部門全体の需要はその各企業の需要に企業数 n_{jr} を乗じた値となる。

以上よりアーミントン財の市場均衡は以下のようになる。

$$A_{ir} = \sum_j a_{ijr} n_{jr} \left(q_{jr}^D + \sum_s q_{jrs}^X + fc_{jr} \right) + C_{ir}^D + Q_{ir}^G + INV_{ir} + Q_{ir}^T \quad (54)$$

②本源的生産要素の市場

本源的生産要素は家計が所有しており、その賦存量は一定であると仮定している。要素賦存量を F_r で表すものとする、本源的生産要素の市場均衡は以下ようになる。

$$F_r = \sum_i FF_{ir} = \sum_i n_{ir} b_{ir} \left(q_{ir}^D + \sum_s q_{irs}^X + fc_{ir} \right) \quad (55)$$

③生産物の市場

生産物の供給は生産量 Q_{ir} で与えられ、需要としては国内需要 AD_{ir} 、地域 s への輸出需要、国際輸送部門の供給の3つがある。

$$Q_{ir} = AD_{ir} + \sum_s M_{irs} + Q_{ir}^T \quad (56)$$

(8) 経済厚生測り方

等価変分 (EV) とは、政策変更前の価格体系の下で、政策変更を行った場合に得られる効用と同程度の効用 U_1 を得るのに必要な所得と、政策変更を行わなかった場合の効用 (U_0) 最大化に必要な所得水準を比較し、その差によって政策の厚生効果を金銭的に測るものである。すなわち、

$$EV = m_1 - m_0$$

である。

通常、CGE モデルでは、支出関数 (価格 p の下で効用 u を実現するための最小支出額) は次で与えられる。

$$\begin{aligned} e(p, u) &= \min px \\ \text{s.t. } u(x) &\geq u \end{aligned}$$

さらに、 $U(x)$ は一次同次を仮定しているので、

$$e(p, u) = p(p, 1)u = e_1(p)u = p_u u$$

となる。したがって、

$$EV = p_{u0} u_1 - p_{u0} u_0 = \left[\frac{u_1 - u_0}{u_0} \right] p_{u0} u_0 = \left[\frac{u_1 - u_0}{u_0} \right] y_0$$

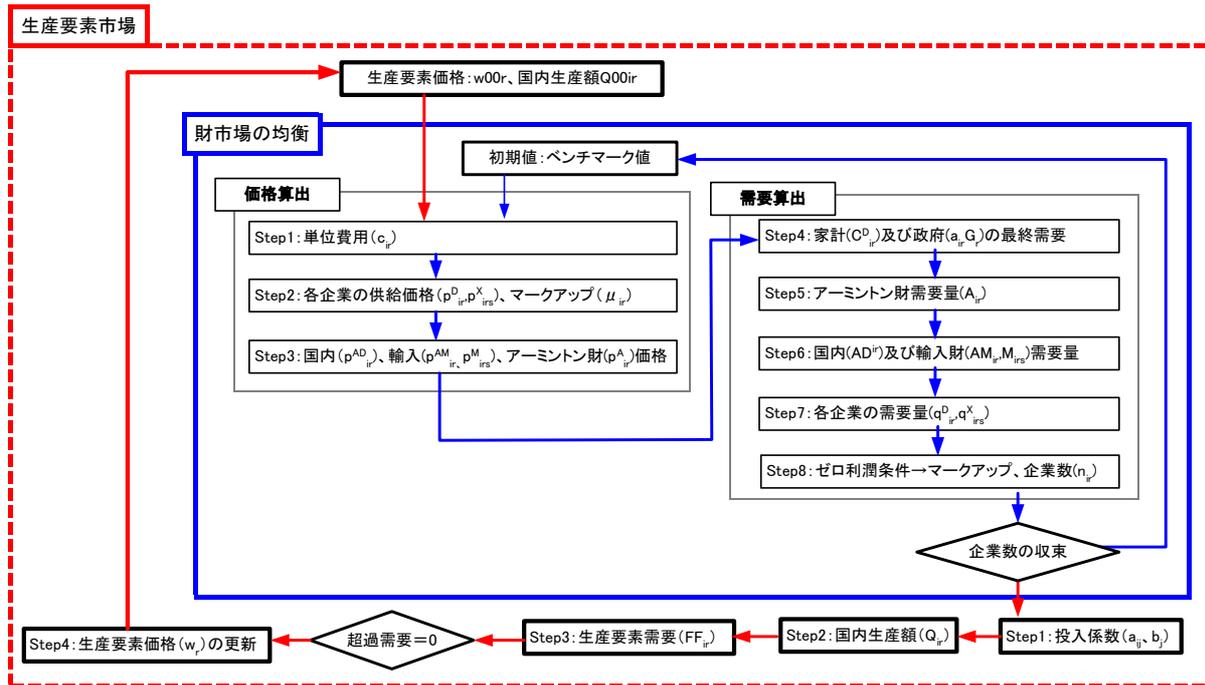
つまり、等価変分 = 効用の増加率 × 元の所得である。

3. モデルの実行

3-1 モデルの実行手順

モデルの実行手順は図 3-1 のとおりである。財市場と (本源的) 生産要素市場の2段階で各々均衡計算を行う。全体の均衡計算を閉じるのは生産要素市場であり、生産要素価格を1回ごとに更新していく。各回ごとの生産要素価格を前提として、財市場内で財価格と需要量及び企業数等の均衡計算を行う。

図 3-1 モデルの全体の実行手順



3-2 前提条件

構築したモデルを国内地域間産業連関表（9 地域、3 産業分類）を用い、市場構造と産業構造の取扱方法により以下の 4 つのモデル（表 3-1）を実行した。前者は完全競争と独占的競争の 2 つの場合、後者は固定と可変の 2 つの場合である。

表 3-1 モデルの種類

	市場構造		産業構造	
	完全競争	独占的競争等	固定	可変
Model-1	○		○	
Model-2	○			○
Model-3		○	○	
Model-4		○		○

また、モデルで設定したパラメータは以下のとおりである。GTAP で設定されているパラメータ（表 3-2）を用い、また、製品の差別化について農業よりも工業、工業よりもサービス業のほうが製品がより差別化されていると考えられ、第 1 次、2 次、3 次産業におけるバラエティ間の代替の弾力性と CDR をそれぞれ、20.0、10.0、3.3 と 7%、15%、50% と設定した²（表 3-3）。

² CDR はマークアップ率/(1+マークアップ率)となるが、先行研究における以下のような産業別のマークアップ率を参考に設定した。加藤（2003）によれば、製造業については概ね 18%から 23%、サービス業については非常に幅広い与えを取っているが、卸売りで 56%、小売で 83%となっている。なお、金融、保険は不動産と同じ項目となっていることもあり、マイナスを取っている。一方、乾、権（2004）では、機械産業について 12%から 32%、その他の製造業は 19%となっている。また、卸売り・小売は 26%、金融・保険は 51%となっている。なお、両方の文献において、第一次産業関連はマイナスのマークアップ率を示している。

表 3-2 弾力性パラメータ

	値	説明
σ_{ir}^A	2.0	アーミントン財統合の代替の弾力性
σ_{ir}^M	4.0	輸入財統合の代替の弾力性
σ^w	0.5	生産関数の生産要素の代替の弾力性
σ^C	2.0	効用関数の代替の弾力性

表 3-3 弾力性パラメータ

σ_{ir}^D 、 σ_{ir}^X	値	CDR_{ir}	値
1次産業	20.0	1次産業	7%
2次産業	10.0	2次産業	15%
3次産業	3.3	3次産業	50%

3-3 輸送費低下の想定

以下の二つの輸送費低下のパターンを検証する。

(a) 全地域間の輸送費を1%低下させたケース

全地域間の輸送費を1%削減して、4つのモデルを実行する。地域の違いによる便益の差異を確認するとともに、各モデルの差異による結果の差異を確認する。

(b) 各地域とその他地域間の輸送費を1%低下させたケース

同様に、地域の経済構造の違いによる差異を把握するとともに、モデル間の比較も行った。具体的には完全競争かつ投入・産出構造固定（I0 変化無し）の場合のCGEと今回のモデルの結果を比較するため、各地域とその他地域間の輸送費を1%低下させて、表3-1の4つのモデルを実行する。

Appendix4は詳細の実行結果を示している。以下では主な結果について述べる。

①モデル実行結果—その1

全地域間の輸送費を1%削減した場合の、地域別の総EVを示したものが図3-2である。また、総EVは各地域のもともとの経済規模によって大きく左右されるので、規模をコントロールし、効用増加率を計算した結果ものが図3-3に示されている。すべてのケースにおいて、総EVと効用増加率はプラスの与えとなっている。

地域別で見れば、沖縄、四国、中国は相対的に高い効用増加率を示しており、その一方、関東、近畿、中部における効用増加率は比較的小さい。

以上は各地域間の変化について見たものであるが、次に各モデルの違いによる効果を検証する。Model-1を1.0として各モデルによる各地域の効用増加率を比較すると、図3-4のとおりModel-2では平均で27%、Model-3では平均で10%、Model-4では平均で38%低下している。完全競争モデルは独占的競争モデルと比べ、またI0変化無しモデルはI0変化ありモデルと比べ、それぞれ効用増加率が相対的に高い。

図 3-2 全地域間の輸送費を 1%低下させた場合の地域別総 EV

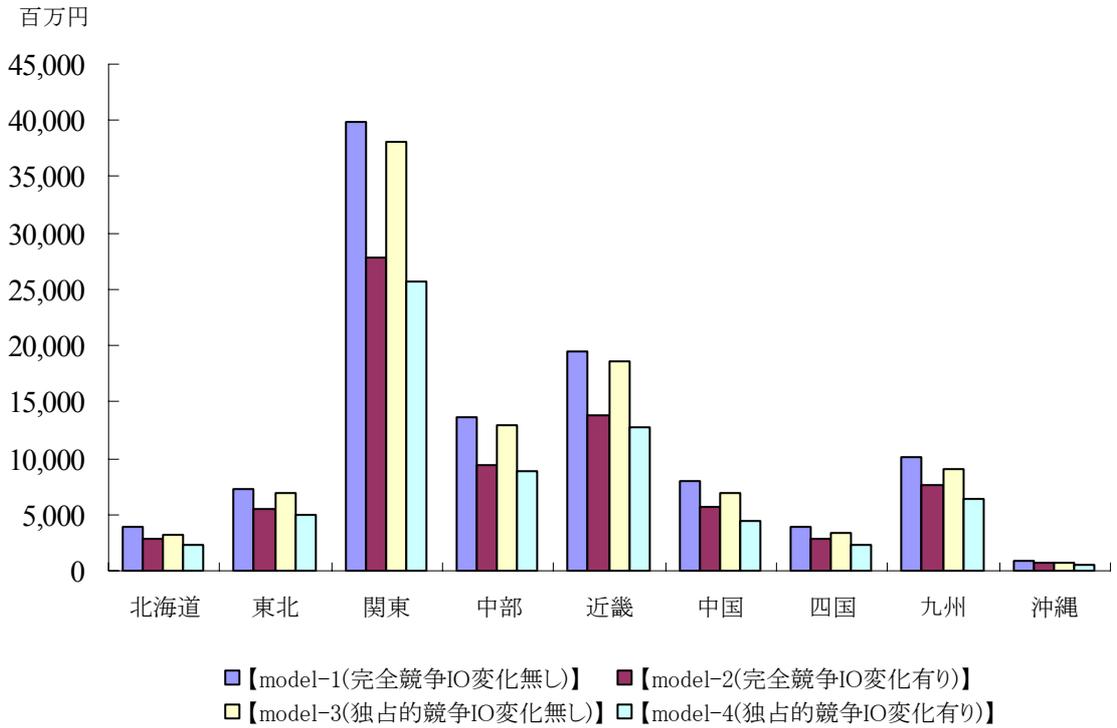


図 3-3 全地域間の輸送費を 1%低下させた場合の地域別効用増加率

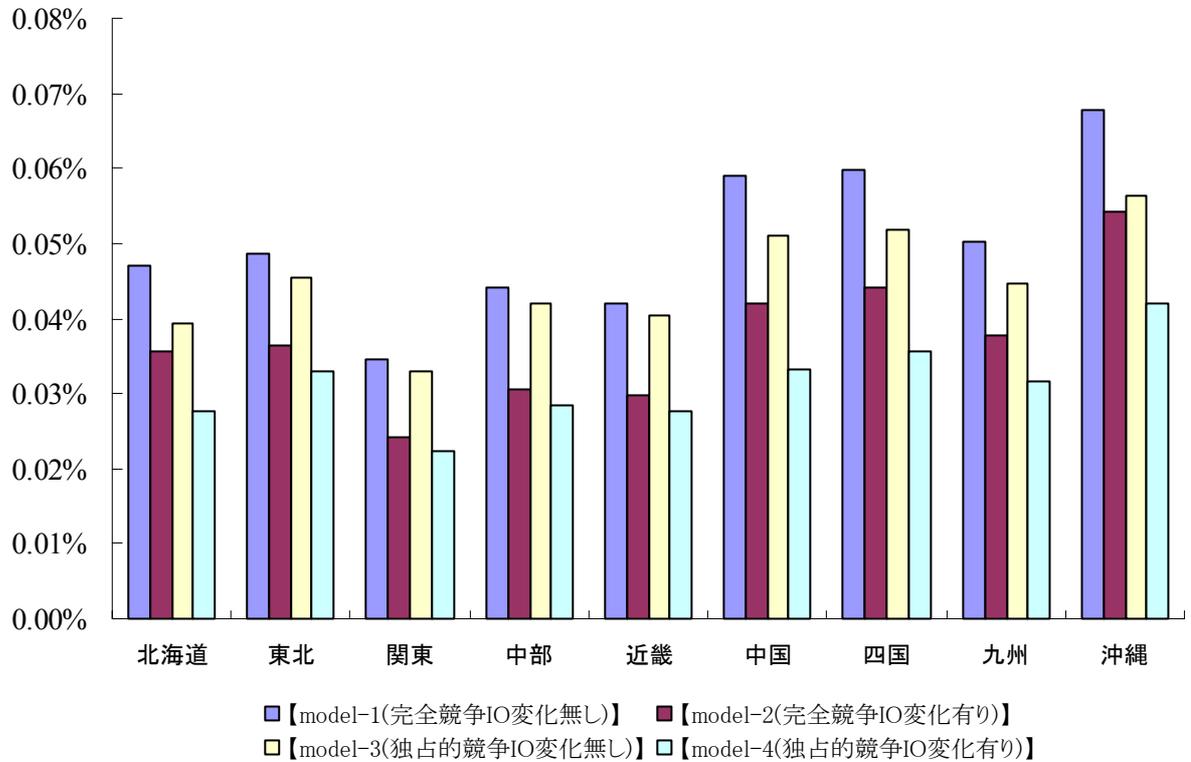
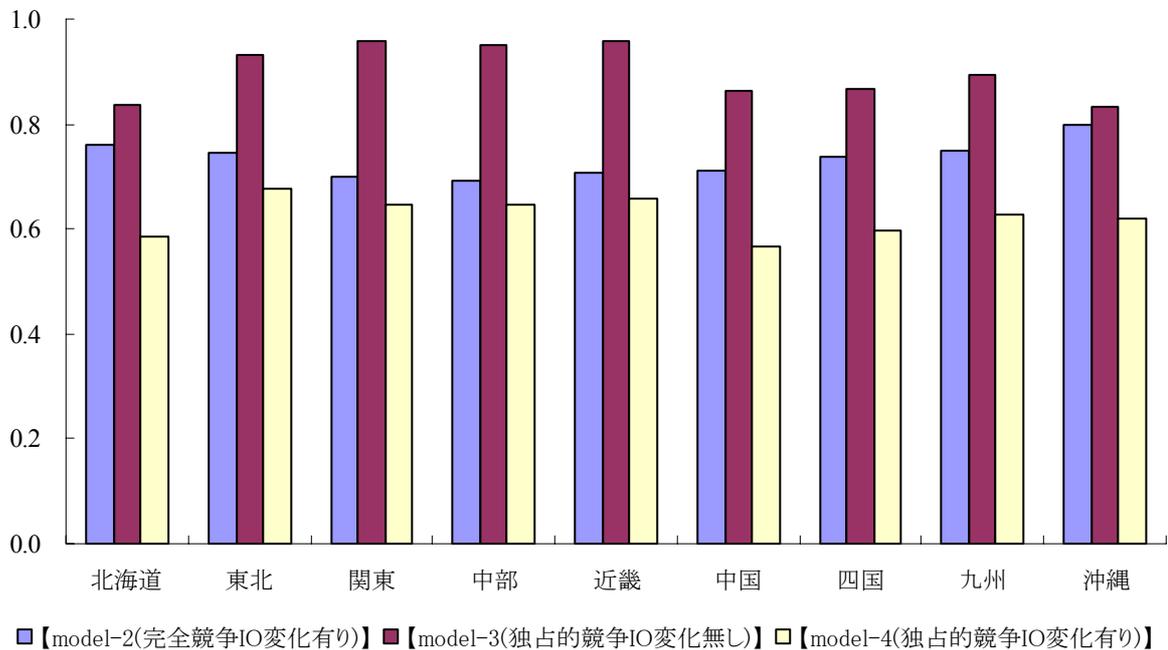


図 3-4 全地域間の輸送費を 1%低下させた場合の、各モデルにおける地域別効用増加率の比較

Model-1(完全競争 IO 変化無し)=1.0



②モデル実行結果—その 2

各地域とその他の地域間の輸送費を 1%低下させた場合の効用増加率について、4 モデルの結果を各々図 3-5 から図 3-8 に示した。

これら 4 つの図において共通に観察されることは、北海道と沖縄について自地域と他地域間の輸送費を低下させた場合、自地域の効用増加率がマイナスを示すことである。これ以外の地域は、全てのケースにおいてプラスの効用増加率を示している。

北海道と沖縄について、以下で詳しく見ることにする。北海道とその他の地域間の輸送費を 1%低下させた場合の結果は表 3-4 に示されている。全てのモデルにおいて北海道の効用増加率のみがマイナスとなるが、その他の 8 地域及び全地域の合計はプラスを示している。次に、沖縄とその他の地域間の輸送費を低下させた場合の結果は表 3-5 に示されている。Model-1 及び Model-2 においては沖縄のみマイナスであり、その他の地域及び全地域の合計はプラスである。一方、Model-3 及び Model-4 において、沖縄を含めて多くの地域はマイナスと示しており、プラスを示したのは関東と九州のみである。

次に、各地域が他地域間との輸送費を 1%低下させた場合の、全地域の効用増加率についてモデル間での比較を行う。Model-1 を 1.0 として各モデルによる全地域の効用増加率を比較した結果は、図 3-9 に示されている。沖縄を除く 8 地域は、Model-1 と比べ Model-2 では平均 29%、Model-3 では平均で 9%、Model-4 では平均で 36%低下している。ここからは実行結果-その 1 とほぼ同じ傾向が読み取れる。一方、沖縄と他地域間との輸送費を低下させた場合、Model-3 及び Model-4 において、全地域の効用増加率はマイナスとなっている。

図 3-5 各地域と他地域間の輸送費を 1%削減させた場合の地域別効用増加率 (Model1-1)

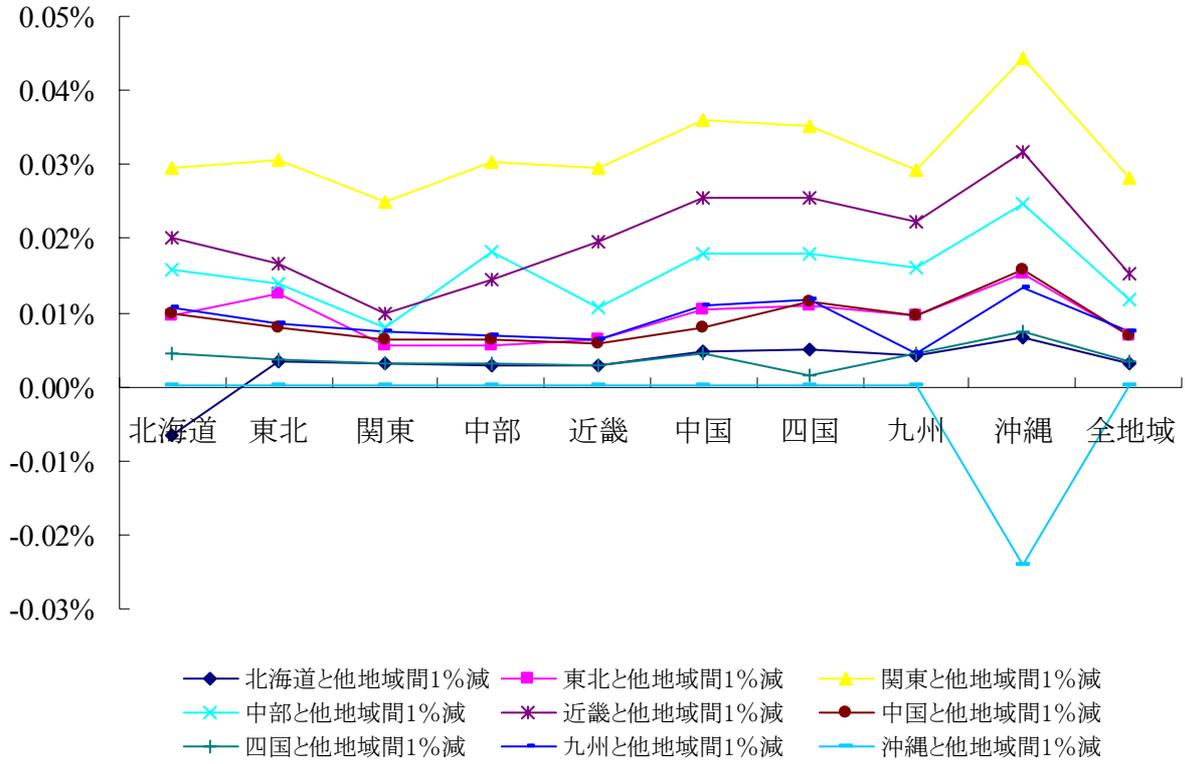


図 3-6 各地域と他地域間の輸送費を 1%削減させた場合の地域別効用増加率 (Model1-2)

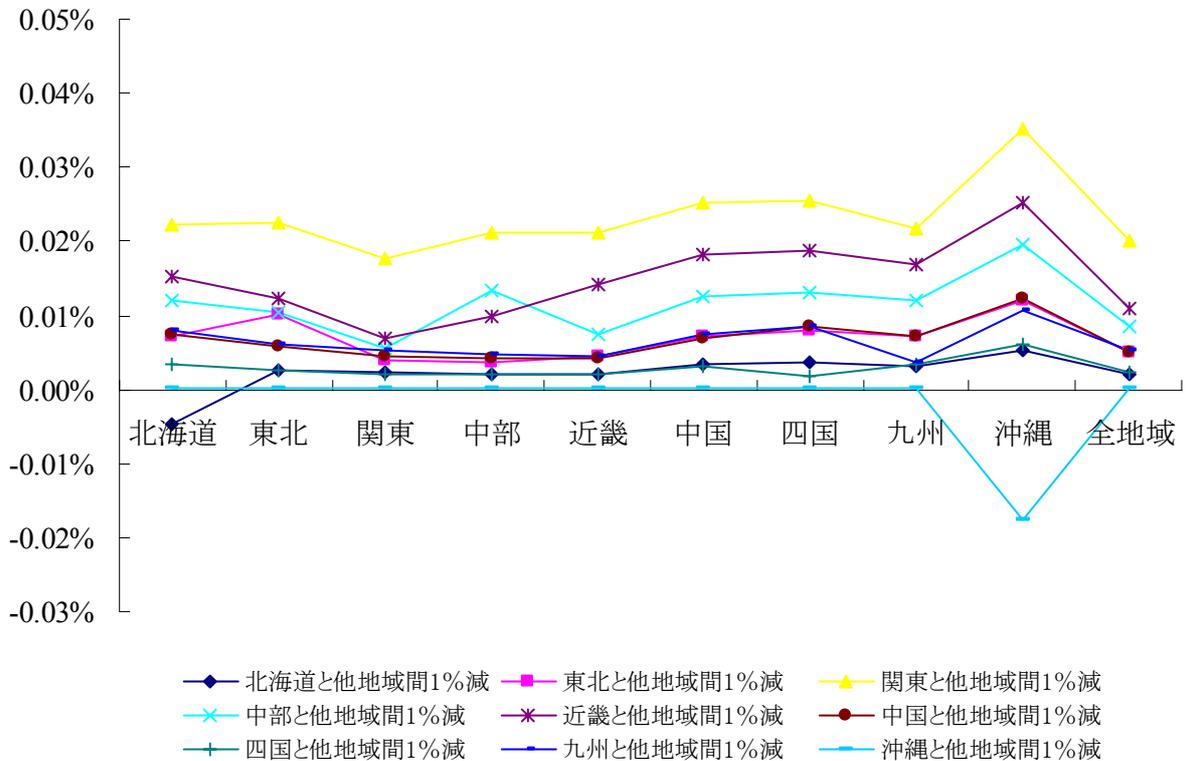


図 3-7 各地域と他地域間の輸送費を 1%削減させた場合の地域別効用増加率 (Model-3)

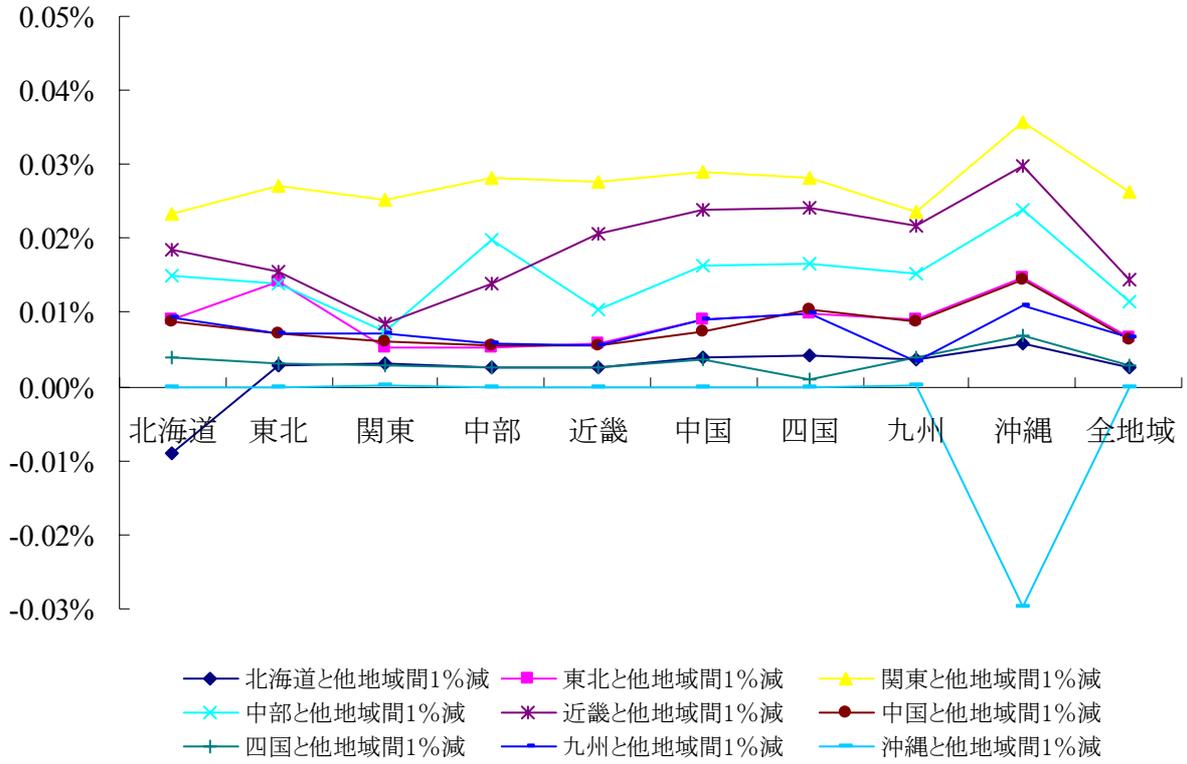


図 3-8 各地域と他地域間の輸送費を 1%削減させた場合の地域別効用増加率 (Model-4)

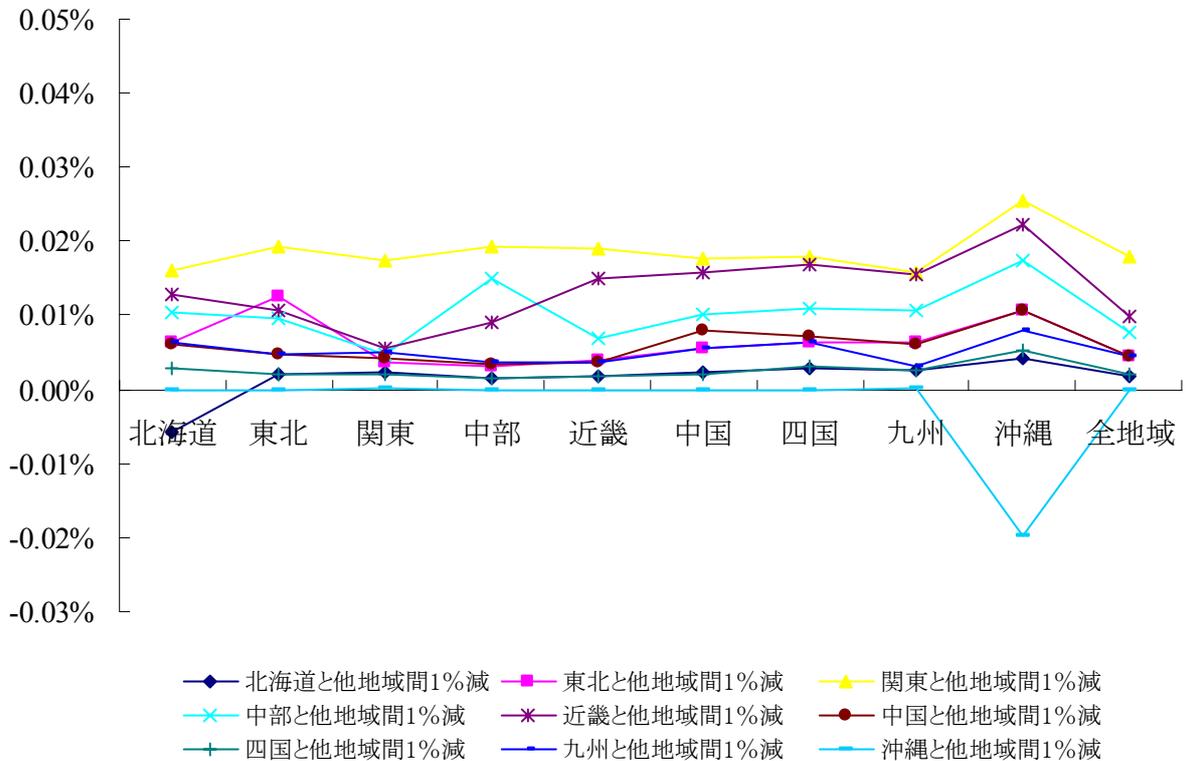


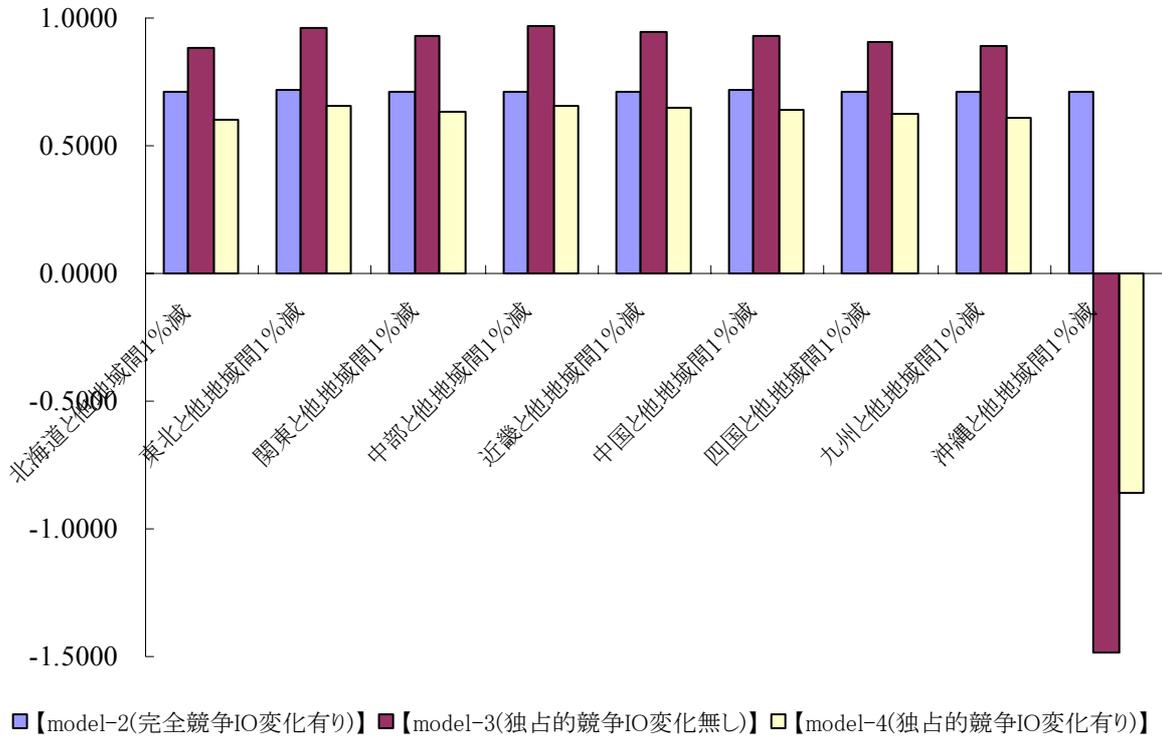
表 3-4 北海道と他地域間の輸送費を 1%削減させた場合の、
各モデルにおける地域別効用成長率の比較

	model-1	model-2	model-3	model-4
北海道	-0.00646%	-0.00465%	-0.00909%	-0.00584%
東北	0.00341%	0.00246%	0.00294%	0.00198%
関東	0.00321%	0.00229%	0.00316%	0.00222%
中部	0.00297%	0.00199%	0.00257%	0.00163%
近畿	0.00296%	0.00207%	0.00261%	0.00174%
中国	0.00475%	0.00328%	0.00390%	0.00234%
四国	0.00498%	0.00363%	0.00418%	0.00275%
九州	0.00432%	0.00321%	0.00374%	0.00257%
沖縄	0.00670%	0.00523%	0.00588%	0.00422%
全地域	0.00307%	0.00218%	0.00272%	0.00185%

表 3-5 沖縄と他地域間の輸送費を 1%削減させた場合の、
各モデルにおける地域別効用成長率の比較

	model-1	model-2	model-3	model-4
北海道	0.00019%	0.00013%	-0.00013%	-0.00011%
東北	0.00013%	0.00009%	-0.00016%	-0.00012%
関東	0.00028%	0.00021%	0.00013%	0.00012%
中部	0.00013%	0.00008%	-0.00011%	-0.00008%
近畿	0.00014%	0.00010%	-0.00006%	-0.00003%
中国	0.00015%	0.00008%	-0.00022%	-0.00016%
四国	0.00015%	0.00008%	-0.00023%	-0.00019%
九州	0.00030%	0.00023%	0.00005%	0.00006%
沖縄	-0.02405%	-0.01765%	-0.02974%	-0.01989%
全地域	0.00009%	0.00007%	-0.00014%	-0.00008%

図 3-9 各地域と他地域間輸送費を 1%削減させた場合の、
各モデルにおける全地域効用増加率の比較 (Model-1 = 1.0)



4. 結果の解釈及び今後の課題

本稿の主要な結果を以下にまとめることとする。

第一に、独占的競争と産業構造可変を取り入れたことにより、通常の CGE モデルの設定とは相当異なる結果が得られた。それらの導入により、完全競争、産業構造固定と比べて、経済効果は各々より小さくなっている。特に、この両者とも入れた model-4 では、model-1 と比べて EV は約 4 割程度低下している。この結果は、これまでの諸研究においては、メリットの面が過大に評価されている可能性があることを示唆している。

第二に、ストロー効果の現出に成功している。これは我々の知る範囲でははじめてのことである。特に、経済規模の比較的小さい地域から他地域への輸送費を削減した場合に、ストロー効果が観察された。この点も、今後の政策オプションの検討に際して大きな示唆を与えるものとなる。

以上の結果が生じた理由を、モデルに即して考えてみたい。

第一に、「独占的競争」を導入した場合に、なぜ完全競争モデルより経済効果（効用の成長）が小さくなっているのか。輸送費の低減を想定したシミュレーションを実行した場合における、独占的競争等を導入したモデル (Model-2 と Model-4) 内部の変化は次の通りであると考えられる。まず、価格決定メカニズムにおいて、輸出財の価格が低下し、輸出マークアップが低下する（域外との間の競争が激化する）。すなわち、移動の障壁が低下することにより、他地域からの参入が容易となり、域内専門の（小規模）企業は退出・撤退し、ある程度の規模の企業が生き残り（残存企業の域内供給マークアップは上昇）、域外からの企業との差別化を行いつつ、共存していくことになる。このように、輸送マージンの低減による効果は、企業規模を拡大し、企業数（ n ）を減少させるた

め、国内供給価格を上昇させる等の効果を持つ。このため、完全競争市場モデルのように輸送費用低下分が全て購入価格の低減に反映されることは無い。このようなメカニズムが働いて、企業の財の産出（販売）に関して独占的競争企業を想定した場合に完全競争状態と比較して経済効果（便益）は小さくなっていると考えられる。

第二に、産業構造を可変（IO 変化あり）とした場合には、輸送費の減少により他地域からの財価格が低下し、国内の需要がより他地域に流出する効果が出てくるものと考えられ、このため、産業構造を固定の場合に比して、便益が小さくなる結果となったと考えられる。

締めくくりに当たり、本稿の意義を確認するとともに、今後の展開について触れることとしたい。

新しい空間経済学の発展により、我々は、現実世界の変化について、より説得的な理論的説明を得ることができるようになってきている（Fujita, M., P. Krugman and A. Venables(1999)等を参照）。ただ、特に地域間の経済集積の変化等の分析においては、そこで利用されているモデルをそのままの形で実証することは容易ではない。このため、これまでいくつかの試みがなされてきているが、本稿においては、新しい空間経済学がとらえようとしている要素を極力 CGE モデルに取り込んだ新しいモデルを構築した。今回のモデル構築により、規模の経済等を取り入れた多地域 CGE モデルが、計算可能、実行可能であることが明らかとなった。そのみならず、我々のモデルは、より現実に即したものとなっており、おそらくこれまでに例のないものと考えられるストロー効果の現出等、従来多く用いられてきたモデルと差異のあるいくつかの結果を得ることが出来た。

今後は、このモデルを基礎に、東アジア全体に拡張したモデルを構築することが有力な展開方法として考えられる。これをプロトタイプとして、大規模なモデルの構築を進めることが考えられるところである。その際には、より多くの地域、より多くの産業を考慮したとしても計算可能なモデルを構築する必要がある。そのためのモデルの改善点の検討、所要のデータ整備を進めるためのプロセスの検討、国際的な協力体制の枠組み作り等を行うことが必要となる。今後、こうした方向での様々な取り組みが進展することを強く期待するものである。

(参考文献)

- Bchir, M.H.; Decreux Y.; Guérin J.-L.; and Jean S. (2002), "Mirage, A Computable General Equilibrium Model for Trade Policy Analysis", *CEPII Working Paper*, 17, 11-32.
- Brocker, J.; Meyer, R.; Schneekloth, N.; Schurmann, C.; Spiekermann, K.; and Wegener, M. (2004), "Modeling the Socio-economic and Spatial Impacts of EU Transport Policy", IASON Deliverable 6, Funded by the 5th Framework RTD Programme. Kiel/Dortmund: Christian-Albrechts-Universität Kiel/Institut für Raumplanung, Universität Dortmund.
- De Santis R.A. (2002), "Wage Inequality between and within Groups: Trade-Induced or Skill-bias technical change? Alternative AGE models for the UK", *Economic Modelling*, **19** (5), 725-746.
- Francois, J. F. (1998), "Scale Economies and Imperfect Competition in the GTAP Model", *GTAP Technical Paper* No. 14, Center for Global Trade Analysis, Department of Agricultural Economics, Purdue University.
- Fujita, M., P. Krugman and A. Venables (1999), *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*, London : MIT Press.
- Harrison, Glenn W.; Tarr, David; and Rutherford, Thomas F. (1996), "Quantifying the Uruguay Round", in W. Martin and L.A. Winters (eds), *The Uruguay Round and the Developing Countries*, New York: Cambridge University Press.
- Hertel T. M. and Swaminathan P. (1996), "Introducing Monopolistic Competition into the GTAP Model", *GTAP Technical Paper* No. 6, Center for Global Trade Analysis, Department of Agricultural Economics, Purdue University.
- Inui, T. and Kwon, H. (2004), "Tenbou: Nihon no TFP Jyousyouritsuha 1990 Nendai ni oite Doredake Teikashitaka", *ESRI Discussion Paper Series* No.115, Economic and Social Research Institute Cabinet Office, Japan.
- Katou, R. (2003), "Kinnen no Beikoku ni okeru Gijyutsusinboritsu no Keisoku", *International Department Working Paper Series 03-J-1*, International Department Bank of Japan.
- Ministry of Economy, Trade and Industry (2002), *White Paper on International Trade*, Printing Bureau, Ministry of Finance, Japan.
- Smith, A. and A. J. Venables (1988), "Completing the Internal Market in the European Community : Some Industry Simulations", *CEPR Discussion Papers* No.233.
- Venables, A. J. and van Wijnbergen, S. (1993), "Location Choice, Market Structure and Barriers to Trade: Foreign Investment and the North American Free Trade Agreement", *Centre for Economic Performance, discussion paper* No. 177.

(Appendix 1) モデルの記号一覧

記号の添え字は、基本的に r, s は国、 i, j は財、 v は企業を表している。また、 α, β はパラメータであり、 σ は代替の弾力性を示している。

数量に関する記号

- A_{ir} : r 国の財 i の国内財と輸入財を統合したアーミントン財の数量
- AM_{ir} : r 国の財 i の各国からの輸入が統合された輸入財の数量
- AD_{ir} : r 国の財 i の国内のバラエティが統合された国内財の数量
- M_{isr} : r 国の財 i の s 国からの輸出されるバラエティを統合した輸出財の数量
- q_{vir}^D : r 国の財 i の企業 v の国内供給の数量
- q_{virs}^X : r 国の財 i の企業 v の s 国への輸出の数量
- Q_{ir} : r 国の財 i の生産量
- Q_{ijr} : r 国の中間財 i の財 j への投入量
- FF_{ir} : r 国の財 i の本源的生産要素の投入量
- F_r : r 国の生産要素賦存量 (=外生)
- fc_{vir} : r 国の財 i の企業 v の固定的投入量
- C_{ir}^D : r 国の財 i の家計の消費需要
- Gr : r 国の (実質政府支出 = 外生)
- Q_{ir}^G : 政府支出に利用されるアーミントン財の量
- H_r^G : r 国の政府から家計への一括移転額 (政府支出額控除)
- INV_{ir} : r 国の I 財の投資財生産量
- S_r^P : r 国の家計部門の貯蓄額
- S_r^F : r 国の海外部門の貯蓄額

価格に関する記号

- p_{ir}^A : アーミントン財の価格
- p_{ir}^{AM} : 合成輸入材の価格
- p_{ir}^{AD} : 国内財の価格
- p_{isr}^M : 輸出財の価格
- p_{vir}^D : 企業 v の国内供給の価格
- p_{virs}^X : 企業 v の輸出の価格
- p_r^U : r 国の家計の単位支出額
- p_r^{INV} : 投資財の価格
- p_{isr}^T : 輸送サービス価格
- C_{ir} : r 国の i 財の費用関数
- c_{ir} : r 国の i 財の単位費用 (=限界費用 mc_{ir})
- w_r : r 国の生産要素価格
- π_{vir} : r 国の企業 v の利潤
- μ_{vir}^D : r 国の i 財の企業 v の国内市場でのマークアップの程度
- μ_{virs}^X : r 国の i 財の企業 v の s 国におけるマークアップの程度

投入係数に関する記号

- a_{ijr} : r 国の財 j の生産物 1 単位の財 i の投入量
- b_{jr} : r 国の財 j の生産物 1 単位の (本源的) 生産要素の投入量
- a_{ir}^G : r 国の一単位の政府支出を得るために必要な財 i の投入量

税に関する記号

- T_{ir}^C : r 国の財 i 消費に係る消費税額
- T_{ir}^Q : r 国の財 i の生産に係る生産税額
- T_r^d : r 国の生産要素に係る所得税額
- T_{ijr}^f : r 国の中間投入財 ij に係る中間投入税収額

T_{ir}^G : r 国の財 i への政府支出に係る税収額
 T_{ir}^M : r 国への輸入に係る輸入税収額
 T_{irs}^X : r 国から s 国への i 財の輸出に係る税収額
 τ_{ir}^M : 財 i の s 国から r 国への輸入に対する輸入関税率
 τ_{irs}^X : 財 i の s 国から r 国への輸出に対する輸出税率
 τ_{ir}^V : r 国の財 i の生産税率
 τ_{ijr}^I : r 国の中間投入財 ij の税率
 τ_r^F : r 国の本源的生産要素の税率
 τ_{ir}^G : r 国の政府支出に係る税率
 τ_{ir}^C : 消費税率

その他

n_{ir} : r 国の i 財の企業数
 U_r : r 国の家計の効用水準
 H_r : r 国の家計の所得

パラメータ

α_{ir}^{AD} : アーミントン財生産関数の国内財投入割合
 α_{ir}^{AM} : アーミントン財生産関数の輸入財投入割合
 α_{irs}^M : 輸入財生産関数の国別投入割合 ($\sum \alpha_{irs}^M = 1$)
 β_{vir}^D : 国内財生産のバラエティの投入割合
 β_{virs}^M : 輸出財生産のバラエティの投入割合
 α_{jr}^F : 生産関数の本源的生産要素のシェア・パラメータ
 α_{ijr}^I : 生産関数の中間投入財のシェア・パラメータ
 α_{ir}^C : 家計の効用関数のシェア・パラメータ
 α_{ir}^G : 1 単位の政府支出を得るために必要な財 i の量
 σ_{ir}^A : アーミントン財統合の代替の弾力性
 σ_{ir}^M : 輸入財統合の代替の弾力性
 σ_{ir}^D : 国内財統合の代替の弾力性
 σ_{ir}^X : 国別輸入財統合の代替の弾力性
 σ^W : 生産関数の生産要素の代替の弾力性
 σ^C : 効用関数の代替の弾力性
 λ_{ir} : r 国の貯蓄額に占める投資財生産量の割合
 ss_r^p : r 国の平均貯蓄性向
 CDR_{ir} : 費用損失割合 (Cost-disadvantage ratio)

(Appendix 2) マークアップの導出

利潤最大化条件をシミュレーションに組み込むには、マークアップ率を明示的に求める必要がある。以下でその導出をおこなう。導出の際には、企業間 (variety 間) の対称性を仮定する。すなわち、同地域の同部門内の全ての企業の生産量、価格は等しいものとする。

国内市場でのマークアップ

まず、国内市場でのマークアップの程度 μ^D_{vir} を求める。 μ^D_{vir} を求めるには需要の価格弾力性 ε^D_{vir} (の逆数) を求めればよい。各企業は Armington 統合の構造を認識しつつ生産量を決定すると仮定している。この Armington 統合の構造は、全ての段階において CES 関数で統合がおこなわれているため、Shephard の補題を使えば補償需要を (26) – (30) 式のように導出できる。ここで、(29) 式の国内 variety への補償需要から逆需要関数を導出すると以下ようになる。

$$p^D_{vir} = \left[\frac{AD_{ir}}{q^D_{vir}} \right]^{\frac{1}{\sigma^D_{vir}}} \beta^D_{vir} p^{AD}_{ir} \quad (57)$$

(57) 式の両辺の対数をとると下式となる。

$$\ln p^D_{vir} = \frac{1}{\sigma^D_{vir}} \ln AD_{ir} - \frac{1}{\sigma^D_{vir}} \ln q^D_{vir} + \ln p^{AD}_{ir} + \ln \beta^D_{vir} \quad (58)$$

これより、価格弾力性は以下ようになる。

$$\frac{\partial \ln p^D_{vir}}{\partial \ln q^D_{vir}} = -\frac{1}{\sigma^D_{vir}} + \frac{1}{\sigma^D_{vir}} \frac{q^D_{vir}}{AD_{ir}} \frac{\partial AD_{ir}}{\partial q^D_{vir}} + \frac{q^D_{vir}}{p^{AD}_{ir}} \frac{\partial p^{AD}_{ir}}{\partial AD_{ir}} \frac{\partial AD_{ir}}{\partial q^D_{vir}} \quad (59)$$

ここで、 $\partial AD_{vir} / \partial q^D_{vir}$ は (20) 式より以下ようになる。

$$\frac{\partial AD_{ir}}{\partial q^D_{vir}} = (AD_{ir})^{\frac{1}{\sigma^D_{vir}}} \left[\beta^D_{vir} (q^D_{vir})^{-\frac{1}{\sigma^D_{vir}}} + \sum_{v \neq vir} \beta^D_v (q^D_v)^{-\frac{1}{\sigma^D_v}} \frac{\partial q^D_v}{\partial q^D_{vir}} \right] \quad (60)$$

ここで、「自社の生産量の変化に対し他の企業は生産量を変化させないという想定」を仮定すれば、 $\partial q^D_v / \partial q^D_{vir} = 0$ であるので以下ようになる。

$$\frac{\partial AD_{ir}}{\partial q^D_{vir}} = \left[\frac{AD_{ir}}{q^D_{vir}} \right]^{\frac{1}{\sigma^D_{vir}}} \beta^D_{vir} \quad (61)$$

これに (57) 式を適用すれば下式となる。

$$\frac{\partial AD_{ir}}{\partial q^D_{vir}} = \frac{p^D_{vir}}{p^{AD}_{ir}} \quad (62)$$

これより (59) は次のように書き換えることができる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln p^D_{vir}}{\partial \ln q^D_{vir}} = & -\frac{1}{\sigma^D_{vir}} + \frac{1}{\sigma^D_{vir}} \frac{p^D_{vir}}{p^{AD}_{ir}} \frac{q^D_{vir}}{AD_{ir}} \\ & + \frac{p^D_{vir}}{p^{AD}_{ir}} \frac{q^D_{vir}}{AD_{ir}} \frac{\partial p^{AD}_{ir}}{\partial AD_{ir}} \frac{AD_{ir}}{p^{AD}_{ir}} \end{aligned} \quad (63)$$

ここで $(p^D_{vir} q^D_{vir} / p^{AD}_{ir} AD_{ir})$ は国内供給におけるある一つの企業 (variety) の産業内シェアを表わしているが、同一部門内の企業 (variety) 間の対称性を仮定すれば、これは $1/n_{ir}$ に等しい。

また、(国内供給の) 価格弾力性を表す部分を以下のように定義する。

$$\varepsilon^{AD}_{ir} \equiv -\frac{\partial AD_{ir}}{\partial p^{AD}_{ir}} \frac{p^{AD}_{ir}}{AD_{ir}} \quad (64)$$

以上より、マークアップの程度 μ^D_{ir} は次式となる。

$$\mu_{ir}^D = \frac{1}{\varepsilon_{ir}^D} = -\frac{\partial \ln p_{vir}^D}{\partial \ln q_{vir}^D} = \frac{1}{\sigma_{ir}^D} + \left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^{AD}} - \frac{1}{\sigma_{ir}^D} \right] \frac{1}{n_{ir}} \quad (65)$$

これは地域 r の「各企業」のマークアップを表すものであるが、企業間の対称性を仮定している
ので、企業を示す添え字 v は省略されている。同様の手順に従い $1 / \varepsilon_{ir}^{AD}$ を求めると以下のよう
になる。

$$\frac{1}{\varepsilon_{ir}^{AD}} = \frac{1}{\sigma_{ir}^A} + \left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_{ir}^A} \right] S_{ir}^{AD} \quad (66)$$

$$S_{ir}^{AD} \equiv \frac{p_{ir}^{AD} AD_{ir}}{p_{ir}^A A_{ir}} \quad \varepsilon_{ir}^A \equiv -\frac{\partial A_{ir}}{\partial p_{ir}^A} \frac{p_{ir}^A}{A_{ir}} \quad (67)$$

つまり、 S_{ir}^{AD} は財 i の Armington 統合における国内製品のシェア、 ε_{ir}^A は Armington 財に対する需
要の価格弾力性である。(65) (66) を組合せ、さらに $\varepsilon_{ir}^A = 1$ と仮定すると、結局マークアップ
は次式で表されることになる。

$$\mu_{ir}^D = \frac{1}{\sigma_{ir}^D} + \left[\frac{1}{\sigma_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_{ir}^D} \right] \frac{1}{n_{ir}} + \left[1 - \frac{1}{\sigma_{ir}^A} \right] \frac{S_{ir}^{AD}}{n_{ir}} \quad (68)$$

輸出市場でのマークアップ

次に、地域 s における企業の地域 r に対する供給のマークアップの程度 μ_{visr}^X を明示的に求める。
手順は前節と同じである。(30) 式より、地域 r の地域 s からの輸入 variety v への逆需要関数
は以下のようになる。

$$\left(1 + \tau_{visr}^X \right) p_{visr}^X + p_{isr}^T = \tilde{p}_{visr}^X = \left[\frac{M_{isr}}{q_{visr}^X} \right]^{1/\sigma_{ir}^X} \beta_{visr}^M p_{isr}^M \quad (69)$$

この両辺の対数をとると以下のようになる。

$$\ln \tilde{p}_{visr}^X = \frac{1}{\sigma_{ir}^X} \ln M_{isr} - \frac{1}{\sigma_{ir}^X} \ln q_{visr}^X + \ln p_{isr}^M + \ln \beta_{visr}^M \quad (70)$$

これより、価格弾力性は以下のようになる。

$$\frac{\partial \ln \tilde{p}_{visr}^X}{\partial \ln q_{visr}^X} = -\frac{1}{\sigma_{ir}^X} + \frac{1}{\sigma_{ir}^X} \frac{q_{visr}^X}{M_{isr}} \frac{\partial M_{isr}}{\partial q_{visr}^X} + \frac{q_{visr}^X}{p_{isr}^M} \frac{\partial p_{isr}^M}{\partial M_{isr}} \frac{\partial M_{isr}}{\partial q_{visr}^X} \quad (71)$$

ここで $\partial M_{isr} / \partial q_{visr}^X$ は (21) 式より以下のようになる。

$$\frac{\partial M_{isr}}{\partial q_{visr}^X} = (M_{isr})^{1/\sigma_{ir}^F} \left[\beta_{visr}^M (q_{vir}^D)^{-1/\sigma_{ir}^F} + \sum_{v' \neq v} \beta_{v'isr}^M (q_{v'isr}^X)^{-1/\sigma_{ir}^F} \frac{\partial q_{v'isr}^X}{\partial q_{visr}^X} \right] \quad (72)$$

ここで再び自社の生産量の変化に対し他の企業は生産量を変化させないと仮定すれば、

$\partial q_{v'isr}^X / \partial q_{visr}^X = 0$ であるため、以下のようになる。

$$\frac{\partial M_{isr}}{\partial q_{visr}^X} = \left[\frac{M_{isr}}{q_{visr}^X} \right]^{1/\sigma_{ir}^F} \beta_{visr}^M \quad (73)$$

これに (69) 式を適用すると結局、下式が成立する。

$$\frac{\partial M_{isr}}{\partial q_{visr}^X} = \frac{\tilde{p}_{visr}^X}{p_{isr}^M} \quad (74)$$

これより (71) 式は次のように書き直せる。

$$\frac{\partial \ln \tilde{p}_{visr}^X}{\partial \ln q_{visr}^X} = -\frac{1}{\sigma_{ir}^F} + \frac{1}{\sigma_{ir}^F} \frac{q_{visr}^X}{M_{isr}} \frac{\tilde{p}_{visr}^X}{p_{isr}^M} \quad (75)$$

$$+ \frac{q_{visr}^X}{M_{isr}} \frac{\tilde{p}_{visr}^X}{p_{isr}^M} \frac{\partial p_{isr}^M}{\partial M_{isr}} \frac{M_{isr}}{p_{isr}^M}$$

ここで、企業間の対称性より $q_{visr}^X/M_{isr} = 1/n_{is}$ である。また、弾力性を表す項を以下のように置き換える。

$$\varepsilon_{isr}^M \equiv -\frac{\partial M_{isr}}{\partial p_{isr}^M} \frac{p_{isr}^M}{M_{isr}} \quad (76)$$

よって、マークアップの程度は次式となる。

$$\tilde{\mu}_{visr}^X = \frac{1}{\tilde{\varepsilon}_{visr}^X} = -\frac{\partial \ln \tilde{p}_{visr}^X}{\partial \ln q_{visr}^X} = \frac{1}{\sigma_{ir}^F} + \left[\frac{1}{\varepsilon_{isr}^M} - \frac{1}{\sigma_{ir}^F} \right] \frac{1}{n_{is}} \quad (77)$$

ここでも対称性の仮定より、企業 (variety) を表す添え字 v を省略している。以下、同様の手順で弾力性を求めていくと下式のようなになる。

$$\frac{1}{\varepsilon_{isr}^M} = \frac{1}{\sigma_{ir}^M} + \left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^{AM}} - \frac{1}{\sigma_{ir}^M} \right] S_{isr}^M \quad (78)$$

$$\frac{1}{\varepsilon_{ir}^{AM}} = \frac{1}{\sigma_{ir}^A} + \left[1 - \frac{1}{\sigma_{ir}^A} \right] S_{ir}^{AM} \quad (79)$$

ただし、 S_{isr}^M は地域 r の財 i の総輸入に占める地域 s からの輸入のシェアであり、 S_{ir}^{AM} は地域 r の Armington 統合における輸入財の占めるシェアである。

$$S_{isr}^M \equiv \frac{\tilde{p}_{isr}^M M_{isr}}{p_{ir}^{AM} AM_{ir}} \quad (80)$$

$$S_{ir}^{AM} \equiv \frac{\tilde{p}_{ir}^{AM} AM_{ir}}{p_{ir}^A A_{ir}} = 1 - S_{ir}^{AD} \quad (81)$$

(77) - (79) を組み合わせると、地域 s から地域 r への輸出供給のマークアップが導出できる。

$$\tilde{\mu}_{isr}^X = \frac{1}{\sigma_{ir}^F} + \left[\frac{1}{\sigma_{ir}^M} - \frac{1}{\sigma_{ir}^F} \right] \frac{1}{n_{is}} \quad (82)$$

$$+ \left[\frac{1}{\sigma_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_{ir}^M} \right] \frac{S_{isr}^M}{n_{is}} + \left[1 - \frac{1}{\sigma_{ir}^A} \right] \frac{S_{isr}^M S_{ir}^{AM}}{n_{is}}$$

利潤最大化条件に現れるマークアップ μ_{isr}^X は p_{isr}^X から求められたものであるのに対し、(82) のマークアップ $\tilde{\mu}_{isr}^X$ は \tilde{p}_{isr}^X から求められたものであるため、本モデルでは (82) 式にさらに調整を加える必要がある。二つのマークアップに差異があるのは、輸出には specific な形の輸送コストがかかるためである。輸出市場でのバラエティの価格弾力性は以下のとおりである。

$$\tilde{\varepsilon}_{isr}^X = -\frac{\partial q_{isr}^X}{\partial \tilde{p}_{isr}^X} \frac{\tilde{p}_{isr}^X}{q_{isr}^X} \quad (83)$$

ここで、 $\tilde{p}_{isr}^X = (1+t_{isr}^X) p_{isr}^X + p_{isr}^T \tau_{isr}$ であるため、下式のようなになる。

$$\tilde{\varepsilon}_{isr}^X = -\frac{\partial q_{isr}^X}{\partial p_{isr}^X} \frac{\partial p_{isr}^X}{\partial \tilde{p}_{isr}^X} \frac{\tilde{p}_{isr}^X}{q_{isr}^X} = -\frac{\partial q_{isr}^X}{\partial p_{isr}^X} \frac{p_{isr}^X}{q_{isr}^X} \frac{\tilde{p}_{isr}^X}{(1+t_{isr}^X)p_{isr}^X} \quad (84)$$

以上より、地域 s の IRS 部門 i の各企業が地域 r で直面する輸出供給のマークアップの程度 μ_{isr}^X は次式となる。

$$\mu_{isr}^X = \tilde{\mu}_{isr}^X \frac{\tilde{p}_{isr}^X}{(1+t_{isr}^X)p_{isr}^X} \quad (85)$$

(Appendix 3) 先行研究の各モデルの相違点

Harrison and Rutherford 等のモデル（以下「Rutherford らのモデル」と言う。）と CGEurope は両者ともに CGE モデルであるが、いくつかの点で違いが見られる。以下にその違いについて列挙する。

投入・産出係数、生産技術

通常の CGE モデルでは産業連関表を用いることになる。一般的には投入係数は固定的に扱われ、施策が大きなインパクトを及ぼすと想定される場合には批判が起こることもある。これは企業の生産技術の定式化にも大きく関係しており、通常の CGE モデルでは本源的生産要素と中間投入の 2 段階の生産技術が仮定され、生産技術は中間投入財間の代替無しのレオンチェフ型、本源的生産要素間は CES 型で設定されており、レオンチェフ型を仮定した場合には投入・産出構造は固定的となる。

両モデルを比較すると、Rutherford らのモデルでは通常の CGE モデルと同様に、生産技術に中間投入財間の代替無しのレオンチェフ型を用い、投入係数を固定的に扱っている。つまり、大規模な変化が想定される場合でも各国の投入・産出構造は変化しない。

一方で、CGEurope では投入係数一定に対する批判に対処するため、可変的（内生的）に扱っている。方法としては企業の技術をレオンチェフ型ではなく CES 型で特定化し、シェパードの補題より、（単位）費用関数の価格に関する導関数を導き設定している。

独占的企業の行動（製品差別化、規模の経済等）

両モデルともに、Dixit-Stiglitz 型の独占的競争モデルの CGE モデルへの反映を意図しているが、具体的な導入方法は異なる。論点としては Dixit-Stiglitz 型モデルの導入に際して、理論の忠実な反映と統計値（実測値）の利用可能性がトレードオフの関係にあることである。つまり、Dixit-Stiglitz 型モデルを忠実に反映した場合には、現実には企業数、固定費用等の取得困難な変数を明示することになり、仮想的な実測値（ベンチマーク）をモデル上で推計しておく必要があり、この仮想的なデータに批判が起こる可能性がある。また、統計値（実測値）の利用可能性を重視した場合には、独占企業を明示せず、企業数は利用可能データ（例えば、生産量）で代替し、固定費用は明示しないことも考えられる。

Rutherford らのモデルでは、独占的企業の行動を明示し、製品差別化と規模の経済を導入している。規模の経済には固定費用、製品差別化には個々の企業の行動を明示し、企業毎の製品、価格を組み込んでいる。その際に、企業数、固定費用についてはモデル上で推計しており、ベンチマークの値を創り出している。CGE モデルの用途として施策による効果を絶対値ではなく、変化率を重視する場合には基本的には問題無いが、絶対値の場合には現実の値と乖離する場合がある。

一方、CGEurope では独占的企業の行動は明示されていない。製品差別化に関しては個々の企業の行動は明示されていないが、合成価格に多様性が考慮されており、多様性の向上により価格が低減する構造になっている。規模の経済は固定費用が定式化の中では示されていない。この場合には現実データの存在に関して批判は発生しないが、理論面の精緻な説明に困難が生じる可能性がある。

マークアップ率

独占的競争モデルの理論ではマークアップ率を設定しているが、この扱いに関しても両モデルで異なる。Dixit-Stiglitz 型モデルでは代替の弾力性の値として価格弾力性から計算した値を用いており、マークアップ率は一定と仮定している場合が多い。マークアップ率は、（完全競争市場の場合に

は値が1.0であるが、これは、) 市場の不完全競争の度合いを示す指標であり、施策が経済システムに大きなインパクトを与える場合には変化する可能性もある。特に、FTA等の貿易自由化等の施策に関しては当該国の市場を変化させる可能性もある。

両モデルを見ると、Rutherfordらのモデルは、理論の忠実な反映から、マークアップを明示的に扱い、しかも価格弾力性を用いて計算した値により、これを固定的に扱うことは無く、クールノー推測を用いて、可変的(内生的)変数を導出している。モデル内では企業数、国内、輸入等のシェアで決定される構造になっている。

一方、CGEuropeモデルではマークアップ率は明示しておらず、代替の弾力性のみをバラエティの導入で使用しているのみである。つまり、施策が経済システムに大きなインパクトを与える場合でも市場構造(不完全競争の度合い)は変化しない構造となっている。

アーミントン構造

CGEモデルでキャリブレーションの次ぎに批判の多いアーミントン構造である。通常のCGEモデルでは輸入財と国内財、輸入国間の代替を認め、2層構造になっている。つまり、輸入国間と国内の代替は認めていない。これについても両モデルで大きく異なる。

Rutherfordらのモデルは、バラエティを導入しているため、通常のCGEモデルに追加して3層構造としている。そのため代替の弾力性も3つ必要となる。

一方、CGEuropeでは基本的にはバラエティを導入しても2層構造であり、輸入国と国内の代替を認めている。これはEU統合を想定していることも考えられ、自国と他国の代替が想定できると考えられる。この仮定は東アジアでは可能かどうかは要検討である。

キャリブレーション

両モデルともに、CGEモデルの課題として指摘されるキャリブレーションを用いて、パラメータを設定している。基本的には代替の弾力性を先験的に与え、パラメータを設定しているが、2)3)とも関連するが、以下の点で大きく異なる。

Rutherfordらのモデルは理論的な厳密さを追及しているため、企業数(n)やマークアップ率、固定費用、バラエティ等の実測データが存在しない変数が存在する。これらをキャリブレーションにより設定している。モデル構造を精緻なものとするとの関係で、これらの存在しないデータを設定することには批判がある可能性がある。

一方、CGEuropeでは実測データで存在しない変数は使用しておらず、全て実データに基づいてモデルが構築されている。例えば、企業数であれば生産量を企業数と仮定して、現実のデータの範囲で可能な限り、独占的競争モデルの理論を導入している。そのため、実際の政策指向モデルとして、こうした点での批判は、Rutherfordらのモデルよりも少ないと考えられる。

モデルの解法

CGEモデルは基本的に簡易なシミュレーションモデルであるが、モデルが大規模になると解法が格段と難しくなる。このモデルの解法についても大きく2つの流れがあると考えられる。

Rutherfordらのモデルは基本的にGAMS(最適化の簡易言語)を用いており、モデルを複雑に記述しても、中規模なモデルであれば精緻な分析が可能である。

一方、CGEuropeではシステム構築の技術を用いて、モデル構築しており、大規模なモデルにも対応可能である。地域科学の分野では一般的に簡易言語やソフトは使用しないため、この方向性で行っ

ていると考えられる。

GTAP との関連

国際貿易のCGEモデルではGTAPが最も代表的なモデルであり、データベースも精緻なものである。ただし、システムが大規模で解法も限定されているため、オーダーメイドでモデルを構築することは困難である。本稿のような不完全競争(998)では不完全競争モデルで使用するマークアップ率をGTAP databaseから計測する方法について記述し、2地域3セクターで実際にモデルを構築し、便益を計測している。マークアップ率はCDRをGTAPでキャリブレーション時に計測している(CDR=0.15であり、この場合、代替の弾力性は6.67、マークアップ率は約1.18である)。ただし、GTAPモデルは大規模な国際貿易データに対応したモデルで、これらの文献でも指摘されているように均衡解を得ることに不具合が出る可能性もあり、これらの研究以降はあまり議論されていないように見受けられる。

(Appendix4)

全地域間の輸送費を1%低下させた場合の各地域のEV(図3-2)

【百万円】	model -1	model -2	model -3	model -4
1. 北海道	3,817	2,899	3,198	2,237
2. 東北	7,332	5,468	6,842	4,956
3. 関東	39,775	27,787	38,086	25,690
4. 中部	13,632	9,451	12,975	8,805
5. 近畿	19,500	13,818	18,661	12,798
6. 中国	7,912	5,623	6,829	4,472
7. 四国	3,905	2,884	3,393	2,336
8. 九州	10,134	7,593	9,037	6,358
9. 沖縄	864	691	719	534
全地域【億円】	1,068.7	762.1	997.4	681.9

各地域とその他の地域間の輸送費1%低下させた場合の各地域のEV

model-1	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
1. 北海道	-525	773	2,396	1,288	1,643	803	374	866	16
2. 東北	513	1,891	4,597	2,111	2,513	1,204	551	1,267	20
3. 関東	3,706	6,435	28,891	9,243	11,386	7,311	3,579	8,712	320
4. 中部	919	1,760	9,388	5,624	4,479	1,975	935	2,150	41
5. 近畿	1,370	2,904	13,701	4,922	9,095	2,726	1,308	2,920	66
6. 中国	637	1,381	4,830	2,391	3,422	1,084	593	1,473	20
7. 四国	326	709	2,306	1,180	1,660	759	99	764	9
8. 九州	872	1,936	5,913	3,228	4,518	1,944	900	903	60
9. 沖縄	85	196	566	316	402	200	97	172	-307
全地域【億円】	79.0	179.9	725.9	303.0	391.2	180.1	84.4	192.3	2.4

model-2	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
1. 北海道	-378	587	1,812	977	1,248	607	283	654	11
2. 東北	371	1,525	3,405	1,565	1,858	880	402	921	13
3. 関東	2,640	4,481	20,264	6,314	7,825	5,132	2,523	6,177	241
4. 中部	617	1,176	6,538	4,104	3,046	1,327	629	1,444	25
5. 近畿	960	2,046	9,763	3,440	6,560	1,897	911	2,019	47
6. 中国	441	965	3,379	1,674	2,442	914	410	1,014	11
7. 四国	237	522	1,675	863	1,234	561	116	557	5
8. 九州	647	1,450	4,366	2,407	3,415	1,456	669	735	46
9. 沖縄	67	154	448	249	320	157	76	136	-225
全地域【億円】	56.0	129.1	516.5	215.9	279.5	129.3	60.2	136.6	1.7

model-3	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
1. 北海道	-739	733	1,891	1,218	1,503	722	328	752	-11
2. 東北	444	2,152	4,078	2,081	2,329	1,079	474	1,076	-24
3. 関東	3,652	6,213	29,172	8,529	9,878	6,960	3,414	8,242	150
4. 中部	796	1,594	8,756	6,134	4,301	1,758	816	1,835	-34
5. 近畿	1,210	2,753	12,810	4,822	9,531	2,511	1,203	2,524	-30
6. 中国	523	1,218	3,873	2,189	3,211	993	484	1,205	-30
7. 四国	273	639	1,836	1,087	1,575	689	60	643	-15
8. 九州	754	1,822	4,764	3,083	4,399	1,792	797	661	10
9. 沖縄	75	189	454	305	380	186	90	141	-379
全地域【億円】	69.9	173.1	676.4	294.5	371.1	166.9	76.7	170.8	-3.6

model-4	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
1. 北海道EV【百	-475	512	1,297	847	1,048	502	227	527	-9
2. 東北	299	1,890	2,926	1,450	1,598	729	316	724	-19
3. 関東	2,563	4,103	20,108	5,449	6,302	4,706	2,331	5,708	135
4. 中部	505	980	5,961	4,647	2,786	1,093	509	1,156	-24
5. 近畿	806	1,821	8,792	3,183	6,923	1,651	796	1,647	-16
6. 中国	315	735	2,367	1,354	2,125	1,056	291	729	-22
7. 四国	180	423	1,177	716	1,105	468	197	422	-13
8. 九州	519	1,266	3,174	2,131	3,159	1,255	547	659	11
9. 沖縄	54	136	326	221	283	135	66	103	-254
合計EV【億円】	47.7	118.6	461.3	200.0	253.3	116.0	52.8	116.7	-2.1

全地域間の輸送費を1%低下させた場合の各地域の効用増加率(図3-3)

	model -1	model -2	model -3	model -4
1. 北海道	0.0470%	0.0357%	0.0394%	0.0275%
2. 東北	0.0487%	0.0363%	0.0454%	0.0329%
3. 関東	0.0345%	0.0241%	0.0330%	0.0223%
4. 中部	0.0441%	0.0305%	0.0419%	0.0285%
5. 近畿	0.0421%	0.0298%	0.0403%	0.0276%
6. 中国	0.0590%	0.0419%	0.0509%	0.0333%
7. 四国	0.0597%	0.0441%	0.0519%	0.0357%
8. 九州	0.0502%	0.0376%	0.0448%	0.0315%
9. 沖縄	0.0677%	0.0542%	0.0564%	0.0419%
全地域EV	0.0415%	0.0296%	0.0388%	0.0265%

各地域とその他の地域間の輸送費1%低下させた場合の効用増加率(図3-5)

model -1	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
1. 北海道	-0.0065%	0.0095%	0.0295%	0.0159%	0.0202%	0.0099%	0.0046%	0.0107%	0.0002%
2. 東北	0.0034%	0.0125%	0.0305%	0.0140%	0.0167%	0.0080%	0.0037%	0.0084%	0.0001%
3. 関東	0.0032%	0.0056%	0.0250%	0.0080%	0.0099%	0.0063%	0.0031%	0.0075%	0.0003%
4. 中部	0.0030%	0.0057%	0.0303%	0.0182%	0.0145%	0.0064%	0.0030%	0.0069%	0.0001%
5. 近畿	0.0030%	0.0063%	0.0296%	0.0106%	0.0196%	0.0059%	0.0028%	0.0063%	0.0001%
6. 中国	0.0047%	0.0103%	0.0360%	0.0178%	0.0255%	0.0081%	0.0044%	0.0110%	0.0001%
7. 四国	0.0050%	0.0108%	0.0353%	0.0180%	0.0254%	0.0116%	0.0015%	0.0117%	0.0001%
8. 九州	0.0043%	0.0096%	0.0293%	0.0160%	0.0224%	0.0096%	0.0045%	0.0045%	0.0003%
9. 沖縄	0.0067%	0.0154%	0.0444%	0.0248%	0.0315%	0.0157%	0.0076%	0.0135%	-0.0240%
全地域	0.0031%	0.0070%	0.0282%	0.0118%	0.0152%	0.0070%	0.0033%	0.0075%	0.0001%

(図3-6)

model -2	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
1. 北海道	-0.0046%	0.0072%	0.0223%	0.0120%	0.0154%	0.0075%	0.0035%	0.0081%	0.0001%
2. 東北	0.0025%	0.0101%	0.0226%	0.0104%	0.0123%	0.0058%	0.0027%	0.0061%	0.0001%
3. 関東	0.0023%	0.0039%	0.0176%	0.0055%	0.0068%	0.0044%	0.0022%	0.0054%	0.0002%
4. 中部	0.0020%	0.0038%	0.0211%	0.0133%	0.0098%	0.0043%	0.0020%	0.0047%	0.0001%
5. 近畿	0.0021%	0.0044%	0.0211%	0.0074%	0.0142%	0.0041%	0.0020%	0.0044%	0.0001%
6. 中国	0.0033%	0.0072%	0.0252%	0.0125%	0.0182%	0.0068%	0.0031%	0.0076%	0.0001%
7. 四国	0.0036%	0.0080%	0.0256%	0.0132%	0.0189%	0.0086%	0.0018%	0.0085%	0.0001%
8. 九州	0.0032%	0.0072%	0.0216%	0.0119%	0.0169%	0.0072%	0.0033%	0.0036%	0.0002%
9. 沖縄	0.0052%	0.0121%	0.0352%	0.0195%	0.0251%	0.0123%	0.0060%	0.0107%	-0.0177%
全地域	0.0022%	0.0050%	0.0201%	0.0084%	0.0109%	0.0050%	0.0023%	0.0053%	0.0001%

(図3-7)

model -3	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
1. 北海道	-0.0091%	0.0090%	0.0233%	0.0150%	0.0185%	0.0089%	0.0040%	0.0093%	-0.0001%
2. 東北	0.0029%	0.0143%	0.0271%	0.0138%	0.0155%	0.0072%	0.0031%	0.0071%	-0.0002%
3. 関東	0.0032%	0.0054%	0.0253%	0.0074%	0.0086%	0.0060%	0.0030%	0.0071%	0.0001%
4. 中部	0.0026%	0.0052%	0.0283%	0.0198%	0.0139%	0.0057%	0.0026%	0.0059%	-0.0001%
5. 近畿	0.0026%	0.0059%	0.0277%	0.0104%	0.0206%	0.0054%	0.0026%	0.0054%	-0.0001%
6. 中国	0.0039%	0.0091%	0.0289%	0.0163%	0.0239%	0.0074%	0.0036%	0.0090%	-0.0002%
7. 四国	0.0042%	0.0098%	0.0281%	0.0166%	0.0241%	0.0105%	0.0009%	0.0098%	-0.0002%
8. 九州	0.0037%	0.0090%	0.0236%	0.0153%	0.0218%	0.0089%	0.0039%	0.0033%	0.0000%
9. 沖縄	0.0059%	0.0148%	0.0356%	0.0239%	0.0298%	0.0146%	0.0070%	0.0110%	-0.0297%
全地域	0.0027%	0.0067%	0.0263%	0.0114%	0.0144%	0.0065%	0.0030%	0.0066%	-0.0001%

(図3-8)

model -4	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
1. 北海道	-0.0058%	0.0063%	0.0160%	0.0104%	0.0129%	0.0062%	0.0028%	0.0065%	-0.0001%
2. 東北	0.0020%	0.0125%	0.0194%	0.0096%	0.0106%	0.0048%	0.0021%	0.0048%	-0.0001%
3. 関東	0.0022%	0.0036%	0.0174%	0.0047%	0.0055%	0.0041%	0.0020%	0.0049%	0.0001%
4. 中部	0.0016%	0.0032%	0.0193%	0.0150%	0.0090%	0.0035%	0.0016%	0.0037%	-0.0001%
5. 近畿	0.0017%	0.0039%	0.0190%	0.0069%	0.0149%	0.0036%	0.0017%	0.0036%	0.0000%
6. 中国	0.0023%	0.0055%	0.0176%	0.0101%	0.0158%	0.0079%	0.0022%	0.0054%	-0.0002%
7. 四国	0.0028%	0.0065%	0.0180%	0.0110%	0.0169%	0.0072%	0.0030%	0.0064%	-0.0002%
8. 九州	0.0026%	0.0063%	0.0157%	0.0106%	0.0157%	0.0062%	0.0027%	0.0033%	0.0001%
9. 沖縄	0.0042%	0.0107%	0.0256%	0.0173%	0.0222%	0.0106%	0.0052%	0.0080%	-0.0199%
全体	0.0019%	0.0046%	0.0179%	0.0078%	0.0098%	0.0045%	0.0021%	0.0045%	-0.0001%

全地域間輸送費1%低下させた場合の、各モデルにおける地域別効用増加率の比較(図3-4)

model-1=1.0

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全地域
model-2	0.76	0.75	0.70	0.69	0.71	0.71	0.74	0.75	0.80	0.73
model-3	0.84	0.93	0.96	0.95	0.96	0.86	0.87	0.89	0.83	0.90
model-4	0.59	0.68	0.65	0.65	0.66	0.57	0.60	0.63	0.62	0.62

各地域と他地域間の輸送費を1%低下させた場合の、各モデルにおける全地域効用増加率の比較(図3-9)

model-1=1.0

	北海道と他	東北と他	関東と他	中部と他	近畿と他	中国と他	四国と他	九州と他	沖縄と他
model-2	0.71	0.72	0.71	0.71	0.71	0.72	0.71	0.71	0.71
model-3	0.88	0.96	0.93	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	1.49
model-4	0.60	0.66	0.64	0.66	0.65	0.64	0.63	0.61	0.86