

## 第2章 IDE-GSMで用いられている理論モデル

著者	後閑 利隆
権利	Copyrights 日本貿易振興機構（ジェトロ）アジア経済研究所 / Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (IDE-JETRO) <a href="http://www.ide.go.jp">http://www.ide.go.jp</a>
シリーズタイトル	研究双書
シリーズ番号	623
雑誌名	経済地理シミュレーションモデル：理論と応用
ページ	23-42
発行年	2015
出版者	日本貿易振興機構アジア経済研究所
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2344/00011107">http://hdl.handle.net/2344/00011107</a>

## 第2章

# IDE-GSM で用いられている理論モデル

後 閑 利 隆

本章では、まず、IDE-GSM で用いられている理論モデルを紹介する。次に、IDE-GSM モデルの特性を明らかにし、IDE-GSM モデルによる分析結果がどのような傾向をもつかを示す。

### 第1節 はじめに

IDE-GSM では、空間経済学の理論モデルが用いられている。空間経済学では、広義の輸送費用の変化に応じた生産要素の移動により、企業の分布が異なることを考察の対象とする。Ottaviano and Thisse (2005) は、空間経済学の新しさが一般均衡にあると結論づけた。一般均衡では、企業の利潤最大化および消費者の効用最大化、すべての市場の需給一致が同時に満たされる。そのため、空間経済学が一般均衡理論であることにより、空間経済学以前の既存研究で得られた知見を包括的に扱うことができることを、Thünen (1826) の英訳版を用いて、Ottaviano and Thisse (2005) は言及した<sup>(1)</sup>。

空間経済学では、経済活動の地理的分布は、経済活動を集中させる集積力と経済活動を分散させる分散力の二つのバランスによって決まる。Thünen (1826) による経済活動を分散させる力と経済活動を集積させる力のリストを紹介する。

まず、分散力については、「1. 輸送費用がより高いので、原材料は地方の都市よりも [大都市で]<sup>(2)</sup>高くなる。2. 地方の消費者へ輸送するときに、

工業財の地方都市への輸送費用が必要となる。3. すべての必需品、とくに薪は、大都市のほうが価格は高い。二つの理由により、家賃についても同様である。(1)原材料が離れたところから運ばれるので建設費が高くなり、結果として、[家賃は]高くなる。(2)小さな都市で土地は少しの銀貨で買えるが、[大都市の土地は]とても高くなる。燃料費や家賃と同様に、大都市では食費も高くなるので、小さな都市と比べて[大都市の]賃金は高くなければならない。高い賃金は生産費用にかなり上乘せられる」との記述がある。

一方で、大都市への産業の立地が好ましい要因、すなわち集積力について、次の要素が挙げられた。「(1)大規模な工業部門の工場だけが、手作業の労働者を減らし、より安くより効率的な生産が可能となる労働力を節約するための機械や設備を導入する。このことが利益を生む。(2)工業部門の工場の規模は、その製品の需要に依存する。……(4)そうしたすべての理由から、都市に限って、多くの工業部門で大規模な工場が生存できる。しかし、分業は工業部門の工場の規模と密接に結びついている。このことは、機械生産の経済と関係なく、労働者一人当たりの生産は小さい工場よりも大きな工場でかなり高いことを説明する。……(7)機械を生産するのは機械であり、そして、多くの異なる工場や作業場の製品がそうした機械であるので、機械が効率的に生産されるのは、工場や作業場が一体となり、お互いを助けるために十分に近接している工場や作業場があるところ、つまり、大都市に限られる。経済理論はこの要素を適切に認識することに失敗している」との記述がある。

上記の分散力の要因については、現在の IDE-GSM では扱われていないものも含まれるが、第6章で今後の計画として紹介されているモデルでその一部は扱うことができる。一方で、上記の集積力に関する(1)、(2)、(4)は、最も基本的な空間経済学のモデルである Krugman (1991) で扱われている (Ottaviano and Thisse 2005)。さらに、(7)の内容は、開発経済学の分野の Myrdal (1957) による累積的因果連関論や Hirschman (1958) による前方後方連関につながる (Ottaviano and Thisse 2005)。Fujita and Krugman (2004) では、Dixit-Stiglitz モデル (Dixit and Stiglitz 1977) を用いることにより、空間経済学の理

論モデルで、累積的因果関係論や前方後方連関の理論化が可能になったと述べられている。一般均衡理論を用いることにより、空間経済学では、上記の集積力に関する(1), (2), (4), (7)の内容を同時に扱うことが可能となった。

空間経済学の理論モデルの構成要素として、企業レベルでの規模の経済、輸送費、地域間の生産要素の移動を欠かすことはできない。空間経済学では、企業レベルでの規模の経済が集積力を生む。集積をもたらす要素として Marshal (1890) では、(1)大量生産、(2)特化した投入サービス、(3)人的資本の蓄積やフェース・トゥ・フェースによる新しいアイデア、(4)近代的なインフラストラクチャーの四つが挙げられた (Fujita and Thisse 2002)。

このなかで一つめの大量生産は、空間経済学で扱われている企業レベルでの規模の経済に該当する<sup>(3)</sup>。また、空間経済学では、必ず輸送費用が扱われる。Krugman (1991) などの多くの設定では、Samuelson (1952) による氷塊型の輸送費用<sup>(4)</sup>を用いることで、輸送業者を明示的に導入することが避けられた。

次に、空間経済学では、生産要素が地域間を移動する点が新貿易理論と異なる。Krugman (1980) による新貿易理論においても、空間経済学と同様に、企業レベルの規模の経済や輸送費用が導入された。新貿易理論では、ある市場の規模を外生的に変化させて、その影響を調べることができた。人口の規模を外生的に変化させ、2地域を想定した際に、人口が相対的に多い国が水平的に差別化された工業製品の純輸出国になることが示された。これは、自国市場 (ホーム・マーケット) 効果と呼ばれた<sup>(5)</sup>。

空間経済学では、新貿易理論の設定と異なり、生産要素が地域間を移動する設定を用いる。地域間を労働者が移動する場合には、各地域の実質賃金率の違いによって地域間の労働移動が生じるために、理論モデル内で、人口の大きさ、つまり、各市場の大きさが決定される。生産要素の地域間の移動により、地域間の家計と企業の間的前方後方連関と企業間的前方後方連関を導入することができるようになった<sup>(6)</sup>。IDE-GSM の理論モデルでは、消費財の供給と需要の間に生じる前方後方連関効果と中間投入財の需要と供給の間

に生じる前方後方連関効果が扱われる<sup>(7)</sup>。

本章の構成については、まず、第2節でIDE-GSMのモデルの設定について紹介をする。IDE-GSMの理論モデルはFujita, Krugman and Venables(1999)の中のいくつかの章の内容を組み合わせた理論モデルとみなすことができ、Puga(1999)に近い。また、第3節にて産業集積をもたらすメカニズムなどについて、産業間の違いを明らかにする。第4節として、まとめが続く。

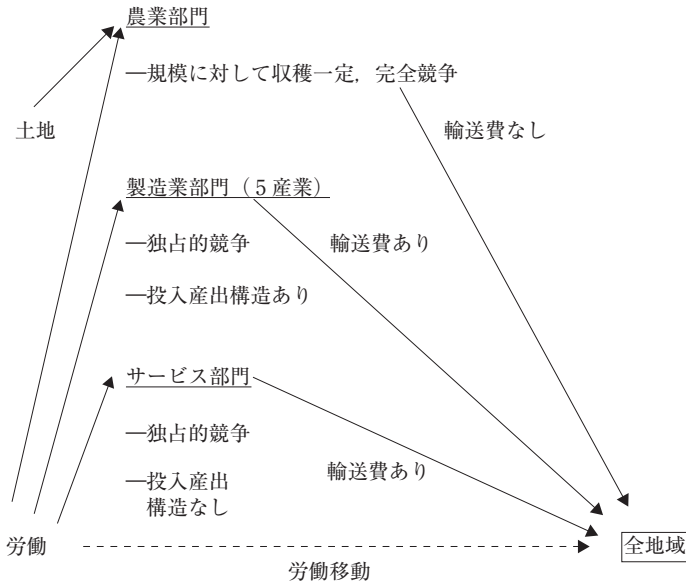
## 第2節 IDE-GSM で用いられている理論モデル

Krugman(1991)などの空間経済学の理論モデルでは、産業集積が生じるメカニズムを定式化するためにDixit-Stiglitzモデル(Dixit and Stiglitz 1977)を用いている。Dixit-Stiglitzモデルは独占的競争を扱うための簡便なモデルを提供する。独占的競争は扱いが容易であるため、空間経済学だけでなく、新貿易理論や新成長理論など多くの分野で用いられている<sup>(8)</sup>。

具体的には、Dixit-Stiglitzモデルでは、各企業は産業全体の価格指数を予想しつつ、自社の製品の価格を決定し、予想した価格指数が実現する。つまり、価格を決定する際に、自社から他社への影響に対する他社の反応を考慮に入れない。また、Dixit-Stiglitzモデルを用いた多くの理論モデルでは、複数の製品を1社で製造することによるメリットはないと仮定される。そのうえ、企業が固定費用を必要とする設定により、製品1単位当たりの費用を下げるために、各企業は特定のバラエティの生産に特化する。他方、消費者はできるだけ多くのバラエティを消費することを好むように、効用関数の変数の取りうる範囲を限定する。そのため、ある1企業が1種類のバラエティを供給することが可能となる。IDE-GSMでも、これらの一般的に用いられている設定を踏襲する。

IDE-GSMでは、複数地域からなる経済を考察する。生産要素は土地と労働からなる。土地の供給量は各地域で一定とする。また、ある時点での総労

図2-1 モデルの基本構造



(出所) 筆者作成。

(注) 国境を越えた労働移動がないため、労働移動と全地域間の矢印に破線を用いた。

働供給量を経済全体で一定とする。すべての土地と労働が供給される。農業財，5産業の工業財，サービス財が製造されている。土地と労働を用いて，農業財が生産される。一方で，労働を用いて工業財やサービス財が生産される（図2-1）。

IDE-GSMでは，工業部門の5産業間で投入産出構造がない。そのため，本章では，記述を簡略化するために，工業部門が1産業からなるケースを扱う。

### 1. 農業部門

農業部門では，完全競争のもとで，労働と土地を投入し，規模に対して収

穫一定の技術を用いて、同質的な農業財が生産される。農業財の生産関数は次式で示される。

$$f_A(r) = A_A(r)L_A(r)^\alpha F(r)^{1-\alpha}, \quad r=1, \dots, R \quad (1)$$

ただし、 $f_A(r)$  は地域  $r$  における農業部門の生産量を、 $A_A(r)$  ( $>0$ ) は地域  $r$  の農業部門の生産性の大きさを、 $L_A(r)$  は地域  $r$  の農業部門の労働投入量を、 $F(r)$  は地域  $r$  の土地の投入量を示す。また、 $\alpha$  は農業部門の費用に占める労働者の賃金への支払いの割合（労働分配率）を示す。同質的な農業財には広義の輸送費用がかからないと仮定すると、すべての地域で価格は等しくなる。そのため、農業財を基準財として、農業財の価格を 1 とする。各地域の農業部門の利潤最大化条件は労働の限界生産力と名目賃金率が等しいことであるので、地域  $r$  の農業部門の名目賃金率  $w_A(r)$  は以下で示される。

$$w_A(r) = A_A(r)\alpha \left( \frac{F(r)}{L_A(r)} \right)^{1-\alpha} \quad (2)$$

農業部門の名目賃金は、農業部門の労働生産性が高いほど、地域  $r$  の農業部門の労働者数が少ないほど、そして一人当たりの土地が広いときほど上昇する。

## 2. 工業部門

工業部門では独占的競争のもとで、規模に対して収穫逓増となる生産技術を用いる。範囲の経済を仮定しない。固定費用が必要とされ、生産には労働と中間投入財の合成財が用いられる。

すべての最終消費財は中間投入財としても用いられ、任意の二つの中間投入財のバラエティ間の代替の弾力性  $\sigma$  と、任意の二つの工業製品の最終消費財のバラエティ間の代替の弾力性は等しいと仮定する。

ある 1 企業は 1 種類の財の生産に特化するので、企業の数とバラエティの数は一致する。あるバラエティを生産する 1 企業は  $r$  地域のうち、1 地域で

のみ生産を行うとする。そのため、地域  $r$  で生産されるバラエティの数と企業数は、ともに  $n(r)$  で示される。

生産には、中間投入財と労働からなる合成財を投入する。生産費用全体に占める労働投入への支出割合を  $\beta$  で表し、地域  $r$  における製造業企業の生産性のパラメータを  $A_M(r)$  とするコブダグラス型生産関数により合成財が生産され、さらに、生産量と関係なく一定量を必要とする投入量を  $f_M$  として、追加的な1単位の生産に必要な可変的投入量を  $c_M$  として、地域  $r$  のあるバラエティの生産量を  $x(r)$  で表すと、その合成財が必要とされる量は  $f_M + c_M x(r)$  となる。地域  $r$  における合成財の1単位当たりの費用より、地域  $r$  に立地するあるバラエティを生産する企業の費用  $C(r)$  は  $C(r) = w_M(r)^\beta G_M(r)^{1-\beta} (f_M + c_M x(r)) / A_M(r)$  となる。

地域  $r$  に立地する企業の利潤は、売上から費用を除くことで、 $\pi(r) = p_M(r)x(r) - C(r)$  と記される。独占的競争企業は価格指数を所与として、利潤が最大となる、つまり、限界収入と限界費用が等しくなるような工業財の工場渡し価格  $p_M(r)$  を選択する。限界収入と限界費用が等しくなる工場渡し価格は、 $p_M(r) = w_M(r)^\beta G_M(r)^{1-\beta} / A_M(r)$  となる。ただし、 $c_M = \rho_M$  とした。得られた工場渡し価格を費用  $C(r)$  の式に代入し、利潤は  $p_M(r)(x(r) - \rho_M x(r) - f)$  となり、ゼロ利潤条件から得られる  $x(r)$  が  $1/\beta$  となるように単位を選ぶ。そのうえで、生産費用全体に占める労働投入への支出割合が  $\beta$  であることと生産費用はゼロ利潤条件から  $p_M(r)x(r)$  となることを用いて、労働への1企業による支出は  $p_M(r)$  で表されるので、地域  $r$  で生産されるバラエティの数と企業数は  $n(r) = w_M(r)L_M(r)/p_M(r)$  となる。

自地域で生産された中間財や最終財を自地域内へ輸送するときには、輸送費用がかからないと仮定する。一方、ある地域で生産された中間財や最終財を他地域に輸送するときには、氷塊型輸送費が必要となることを仮定する。氷塊型輸送費では、1単位の製品を届けるためには、 $T^M (> 1)$  単位の製品を出荷しなければならず、企業は工場渡し価格を  $T^M$  倍した価格で他地域にて販売する。各財は中間財としても、最終財としても使用されるため、財の



用途による輸送費用の区別はない。地域  $r$  から地域  $s (s \neq r)$  へ輸送した場合と地域  $s$  から地域  $r (s \neq r)$  へ輸送した場合で、輸送費用は異なる。すべてのバラエティは同一の生産技術により生産されるとする。そのため、工場渡し価格は、同一地域で生産されたバラエティ間で等しくなる。地域 1 で生産され、地域 2 で販売される工業製品の地域 2 での販売価格  $p_{rs}$  は、地域  $r$  での工場渡し価格を  $p_r$  とすると、 $p_{rs} = p_r T_{rs}^M$  と示される。

各地域内では各バラエティの工場渡し価格は等しいので、工場渡し価格について、限界費用と限界収入が等しいことから導出された式と  $n(r) = w(r) L_M(r) / p_M(r)$ 、 $G_M = [\sum_{i=1}^n p_i^{-(\sigma_M-1)}]^{-\frac{1}{\sigma_M-1}}$  を用いて、地域  $r$  の工業品価格指数は次式で表される。

$$G_M(r) = \left[ \sum_{s=1}^R L_M(s) A_M(s)^{\sigma_M-1} w_M(s)^{1-\sigma_M\beta} G_M(s)^{-\sigma_M(1-\beta)} T_{sr}^{M-(\sigma_M-1)} \right]^{-\frac{1}{(\sigma_M-1)}} \quad (3)$$

地域  $r$  における工業財への総支出  $E(r)$  は、最終財として消費される工業財への支出と中間財として投入される工業財への支出で構成される。前者は地域  $r$  全体の労働と土地からの所得の  $\gamma$  割合に相当し、後者は地域  $r$  に立地する製造業の全企業の費用の合計の  $1 - \beta$  割合となる。生産費用全体に占める労働投入への支出割合が  $\beta$  であることを用いて、次式が得られる。

$$E(r) = \mu_M Y(r) + \frac{1-\beta}{\beta} w_M(r) L_M(r) \quad (4)$$

ただし、 $Y(r)$  は、地域  $r$  における家計の所得の合計を示す。

均衡で需要と供給が一致するので、補論で導出された需要量を用いて、工業財の供給量は  $1/\beta$  であること、および、限界収入と限界費用が等しいことから導出された工業財の価格の式を用いて、地域  $r$  の工業部門の名目賃金率は次式で示される。

$$w_M(r) = \left\{ A_M(r) \frac{\beta \frac{1}{\sigma_M} \left[ \sum_{s=1}^R E(s) G_M(s)^{\sigma_M-1} T_{rs}^{M-(\sigma_M-1)} \right] \frac{1}{\sigma_M}}{G_M(r)^{1-\beta}} \right\}^{\frac{1}{\beta}} \quad (5)$$

### 3. サービス業

サービス業部門でも、各企業は独占的競争のもとで、規模に対して収穫逓増となる生産技術を用いる。範囲の経済は仮定しない。規模の経済が存在するので、差別化されたある1種類のバラエティが1企業により供給される。そのため、サービス業の企業の数とサービス業部門のバラエティ数は一致する。固定費用が必要とされ、生産には労働のみが用いられる。工業財のあるバラエティの需要量の導出と同じ方法で、サービス部門のあるバラエティの需要量が導出される。ただし、代替の弾力性を  $\rho_s$  とする。

生産に必要な労働投入量は、生産量と関係なく一定量を必要とする投入量を  $f_s$  として、追加的な1単位の生産に必要な可変的投入量を  $c_s$  として、地域  $r$  のあるバラエティの生産量を  $x_s(r)$  で表すと、そのバラエティの供給に必要とされる労働需要量は  $(f_s + c_s x_s(r))/A_s(r)$  となる。ただし、 $A_s(r)$  は地域  $r$  におけるサービス部門の生産性を示す。利潤を最大にする価格を選び、次に、その価格のもとでのゼロ利潤条件から、サービス部門のあるバラエティの供給量が決定され、そのバラエティの供給量を用いて、あるバラエティの供給に必要とされる労働需要量が決定される。さらに、労働市場の需給一致条件から、サービス部門のバラエティの数が決定される。

工業部門と同様に、サービス部門でも、自地域で生産された財を自地域内へ輸送するときには、輸送費用がかからないと仮定する。一方、ある地域で生産された財を他地域に輸送するときには、氷塊型輸送費が必要となることを仮定する。氷塊型輸送費では、1単位の製品を届けるためには、 $T^s$  ( $> 1$ ) 単位の製品を出荷しなければならず、企業は工場渡し価格を  $T^s$  倍した価格で他地域にて販売する。地域  $r$  から地域  $s$  ( $s \neq r$ ) へ輸送した場合と地域  $s$  から地域  $r$  へ輸送した場合で、広義の輸送費用は異なる。すべてのバラエティは同一の生産技術により、生産されるとする。そのため、工場渡し価格は、同一地域で生産されたバラエティ間で等しくなる。以上から、地域  $r$  の

サービス財の価格指数は次式で表される。

$$G_S(r) = \left[ \sum_{s=1}^R L_S(s) A_S(s)^{\sigma_s-1} w_S(s)^{-(\sigma_s-1)} T_{sr}^{S^{-(\sigma_s-1)}} \right]^{-\frac{1}{(\sigma_s-1)}} \quad (6)$$

ただし、 $T_{sr}^S$  は地域  $s$  から地域  $r$  への輸送についての費用を示す。均衡では、あるバラエティに対する需要量と供給量が一致することから、地域  $r$  のサービス業部門の名目賃金率が次式で得られる。

$$w_S(r) = A_S(r) \left[ \sum_{s=1}^R \mu_s Y(s) G_s(s)^{\sigma_s-1} T_{rs}^{S^{-(\sigma_s-1)}} \right]^{\frac{1}{\sigma_s}} \quad (7)$$

#### 4. 家計部門

地域  $r$  における所得は、労働からの所得と土地からの所得からなる。農業部門のゼロ利潤条件を用いて、地域  $r$  における所得の合計は次のようになる。

$$Y(r) = f_A(r) + w_M(r)L_M(r) + w_S(r)L_S(r) \quad (8)$$

家計は農業財と工業財とサービス業財を消費する。まず、 $a(r)$ 、 $M(r)$ 、 $S(r)$  は、それぞれ、農業財、工業財、および、サービス業財の需要量を示し、 $1 - \mu_M - \mu_S$ 、 $\mu_M$ 、および  $\mu_S$  を、それぞれ、農業財への支出シェア、工業財への支出シェア、および、サービス業財への支出シェアを示すとすると、予算制約式  $a(r) + G_M(r)M(r) + G_S(r)S(r) = Y(r)$  のもとで、コブ＝ダグラス型の効用関数  $a(r)^{1-\mu_M-\mu_S} M(r)^{\mu_M} S(r)^{\mu_S} / (1 - \mu_M - \mu_S)^{1-\mu_M-\mu_S} \mu^{\mu_M} \nu^{\mu_S}$  を用いた効用最大化問題により、各財の需要量が得られる<sup>(9)</sup>。

地域  $r$  にある産業  $I$  の実質賃金率  $\omega_I(r)$  は、 $w_I(r)/G_M(r)^{\mu_M} G_S(r)^{\mu_S}$  となる。

#### 5. 労働者の地域間・産業間の移動

労働者は、ある地域内で農業部門、製造業部門、サービス業部門の中の内いずれか一つの部門に労働を供給する。ただし、労働供給は十分に大きく、各

地域で土地からの収益だけで生活している労働者がいるとする。同一地域内の労働移動に関して、労働者は名目賃金率がより高い部門へと移動する。

地域内の部門間の労働移動や地域間の労働移動の速度は遅く、徐々に調整されることを前提としている。そこで、同一地域内での移動の速度を以下の式で示す。

$$\dot{\lambda}_I(r) = \gamma_I \left( \frac{w_I(r)}{\bar{w}(r)} - 1 \right) \sum \lambda_I(r), \quad I \in \{A, M, S\} \quad (9)$$

ただし、 $\lambda_I(r)$  は地域  $r$  の労働者に対する地域  $r$  の産業  $I$  の労働者の占める割合を表し、 $\bar{w}(r)$  は地域  $r$  の平均名目賃金率を表す。また、ある地域の平均名目賃金率からなる実質賃金率が低い地域から高い地域へ労働者は移動する。ある地域への労働者の移動速度を以下の式で示す。

$$\dot{\lambda}_L(r) = \gamma_L \left( \frac{\omega(r)}{\bar{\omega}_C} - 1 \right) \sum \lambda_L(r) \quad (10)$$

ただし、 $\lambda_L(r)$  は全地域の労働者に対する地域  $r$  の労働者の占める割合を表し、また、 $\bar{\omega}_C$  は労働者が移動可能な地域の平均実質賃金率を表す。地域  $r$  の平均実質賃金率は次のように記される。

$$\omega(r) = \frac{(w_A(r)L_A(r) + w_M(r)L_M(r) + w_S(r)L_S(r)) / (L_A(r) + L_M(r) + L_S(r))}{G_M(r)^{\mu_M} G_S(r)^{\mu_S}}$$

上記の設定では、すべての地域ですべての産業が存在する空間的な均衡は得にくい。空間的な均衡を得やすくするための改善策を、後の章にて紹介する。

## 6. IDE-GSM で用いられている式

IDE-GSM では、1 地域について(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10)の10本の式を用いる。ただし、製造業は5業種あるため、(3), (4), (5)は、1 地域につき5回用いられ、(9)式は1 地域につき3回でなく7回用いられる。そのため、単純に数え上げると、1 地域につき28本の式を用いる。数値計算で用いられる式の総数は、地域数が増えるほど多くなる。

### 第3節 メカニズム

本節では、IDE-GSM の設定を用いて、空間経済学の理論モデル内の集積力である価格指数効果と自国市場効果について、産業間の違いを明らかにする。価格指数効果は、自国での供給量の増加による価格指数の低下を指す。自国市場効果は、自国での需要量の増加による需要量の増加を上回る供給量の増加を指す。Fujita, Krugman and Venables (1999) の4章では、IDE-GSM のサービス業の企業のように産業内で投入産出構造がない設定について、理論モデルのメカニズムが考察された。本節では、IDE-GSM の製造業の企業のような産業内で投入産出構造がある設定についての考察を加え、二つの設定を比較し、IDE-GSM の工業部門とサービスの違いを明らかにする。また、本節の最後で、農業部門についても言及する。

ある地域のある産業に属する労働者がもう一方の地域の同一産業に属する労働者となった場合について、対称的な2地域を考察の対象とする。サービス業部門の輸送費と企業の生産性  $A_S$  が2地域間で等しいと仮定した場合に、対称的な労働者の分布のもとで、(6)式を全微分し、Fujita, Krugman and Venables (1999) の(4.39)式と類似の次式が得られる。

$$\frac{dG_S}{G_S} = -\frac{Z_S}{\sigma_S - 1} \frac{dL_S}{L_S} + Z_S \frac{dw_S}{w_S} \quad (11)$$

ただし、 $Z_S \equiv (1 - T_{rs}^{S-(\sigma_S-1)}) / (1 + T_{rs}^{S-(\sigma_S-1)})$  とする。 $Z_S$  は差別化の程度  $\sigma_S$  とサービス業の企業が生産した財の輸送費用で構成され、輸送費が減少するほど、 $Z_S$  の値は小さくなる。そのため、輸送費が最大の値のときに  $Z_S$  は1となり、輸送費が最小の値のときには、 $Z_S$  はゼロとなる。(11)式では、サービス業の名目賃金率が変化しないと仮定した際に、ある地域のサービス業に属する労働者が1%増加し、かつ、もう一方の地域の同一産業に属する労働者が1%減少した際に、同一地域の価格指数が  $Z_S / (\sigma_S - 1)$  % 低下することが示されている。この効果を価格指数効果と呼ぶ。自地域の労働者の増加と他地

域の労働者の減少は、自地域で購入できるバラエティの増加と輸送費が含まれた価格で購入するバラエティの減少を意味する。輸送費を節約できるため、価格指数が低下する。輸送費が低くなると、価格指数効果は小さくなる。なぜなら、節約できる輸送費が小さくなるからである。

同様に、製造業についての価格指数効果を調べるために(4)式を全微分し、次式が得られる。

$$\frac{dG_M}{G_M} = -\frac{Z_M}{\sigma_M[1-Z_M(1-\beta)]-1} \frac{dL_M}{L_M} + \frac{(\sigma_M\beta-1)Z_M}{\sigma_M[1-Z_M(1-\beta)]-1} \frac{dw_M}{w_M} \quad (12)$$

ただし、 $Z_M \equiv (1-T_{rs}^{M-(\sigma_S-1)})/(1+T_{rs}^{M-(\sigma_S-1)})$  は  $Z_S$  と同様に、工業部門で生産された財の輸送費の大きさを表す。この式から、製造業の名目賃金率が変化しないと仮定した際に、サービス業に属する労働者がある地域で1%増加し、かつ、同一産業に属する労働者がもう一方の地域で1%減少した際に、同一地域の価格指数が  $Z_M/\{\sigma_M[1-Z_M(1-\beta)]-1\}$  % 低下することが示される。差別化の程度と輸送費がサービス業と製造業の間で等しい場合に、サービス業と比べて、製造業で生産された財の価格指数効果が大きくなることがわかった。その理由は、中間投入財の価格指数が最終製品の価格に含まれているために、中間投入財の価格指数だけでなく製造業で生産された各バラエティの価格も低下するからである。(12)式から、製造業における労働投入の割合を示す、 $\beta$  の値が大きいほど、価格指数効果が製造業よりサービス業の方がより大きくなる傾向は小さくなることがわかる。 $\beta$  の値が1のときには、中間財が利用されないため、(11)式と(12)式は等しくなる。また、製造業でも、サービス業と同様に、輸送費が低くなると、価格指数効果は小さくなることも(12)式からわかる。

次に、サービス業と製造業の間の自国市場効果の違いを調べる。輸送費と企業の生産性が2地域間で等しいと仮定した場合に、対称的な労働者の分布のもとで、(6)と(7)式を全微分し、Fujita, Krugman and Venables (1999) の

(4.42) 式と同じ以下の式が得られる。

$$\left[ \frac{\sigma_S}{Z_S} - (\sigma_S - 1)Z_S \right] \frac{dw_S}{w_S} + Z_S \frac{dL_S}{L_S} = \frac{dY}{Y} \quad (13)$$

この(13)式では、Fujita, Krugman and Venables (1999) で説明されたように、サービス業において、名目賃金に変化しないことを仮定した場合に、自国の所得が1%増加すると、 $1/Z_S\%$ の雇用が増加し、つまり、サービス業の生産量が $1/Z_S\%$ 増加することが示されている。 $1/Z_S$ は1より大きいので、自国の需要量の増加率より、雇用の増加率の方が高いことを意味する。これを自国市場効果という。輸送費が小さいほど、自国市場効果は大きくなる。サービス業部門の労働者数に変化せず、サービス業の名目賃金率が変化しうる場合には、ある地域の所得の増加により、同一地域のサービス業の名目賃金率が増加することが(13)式からわかる。

さらに、輸送費と企業の生産性が2地域間で等しいと仮定した場合に、対称的な労働者の分布のもとで、(3)と(5)式を全微分し、製造業の自国市場効果を表す次式が得られる。

$$\left\{ \frac{\sigma_M \beta}{Z_M} - \frac{[\sigma_M(\beta - 1) + Z_M(\sigma_M - 1)](\sigma_M \beta - 1)}{\sigma_M[1 - Z_M(1 - \beta)] - 1} \right\} \frac{dw_M}{w_M} + \frac{\sigma_M(\beta - 1) + Z_M(\sigma_M - 1)}{\sigma_M[1 - Z_M(1 - \beta)] - 1} \frac{dL_M}{L_M} = \frac{dE}{E} \quad (15)$$

この(15)式から、賃金に変化しないことを仮定した場合に、ある地域における中間財としての工業製品への支出と最終財としての工業製品への支出の合計 $E$ が1%増加すると、同一地域の工業部門の労働者数が $\{\sigma_M[1 - Z_M(1 - \beta)] - 1\} / [\sigma_M(\beta - 1) + Z_M(\sigma_M - 1)]\%$ 増加し、つまり、同一地域の製造業の生産量が $\{\sigma_M[1 - Z_M(1 - \beta)] - 1\} / [\sigma_M(\beta - 1) + Z_M(\sigma_M - 1)]\%$ 増加することが示される。増加率は1より大きいため、工業製品の需要の増加率以上に製造業の雇用が増加することがわかり、製造業でも自国市場効果が生じていることがわかる。

サービス業と製造業の間で輸送費が等しいとすると、製造業の自国市場効

果のほうがサービス業の自国市場効果より大きいことがわかる。また、労働投入の割合が増え、中間投入の割合が減少するにつれて、二つの自国市場効果の差は小さくなり、中間投入を使わない場合には、二つの自国市場効果の大きさは等しくなる。製造業でも、サービス業における設定と同様に、輸送費が小さいほど自国市場効果は大きくなる。別の仮定として、製造業の労働者数が増え、製造業の名目賃金率が変化しうる場合には、ある地域の所得の増加により、同一地域の製造業の名目賃金率が増加することも上の式からわかる。

地域間の移動は名目賃金率と価格指数で構成される実質賃金率の違いにより生じる。そのため、ある産業の労働者が多い地域では、価格指数効果により、その産業の実質賃金率は増加しやすいので、その産業の労働者数はさらに増加することが予想される。また、所得が大きい地域では、名目賃金率が高くなり、実質賃金率も高くなりやすいので、所得の大きい地域に労働者がより集まる傾向があるといえる。さらに、輸送費と産業内のバラエティの差別化の程度が工業とサービス業で同じであれば、工業の方がサービス業よりも、価格指数効果と自国市場効果は大きくなることがわかった。そのため、工業部門の方がサービス業よりもある地域に労働者がより多く集まる傾向があることが IDE-GSM では予想される。

最後に、農業部門の(1)と(2)式を全微分すると以下の式が得られる。

$$\frac{dL_A}{L_A} = -\frac{1}{1-\alpha} \frac{dw_A}{w_A} = \frac{1}{\alpha} \frac{df_A}{f_A} \quad (16)$$

この式から、全産業の名目賃金率が等しいときに、農業労働者だけが他地域から移転すると農業部門の名目賃金率は下がり、農業財の供給量は増加することがわかる。(8)式から、農業財の供給量が増加した地域では、所得の合計が増加することがわかる。また、(4)式から、所得の増加は工業財への支出の増加をもたらすことがわかる。そのため、製造業とサービス業において労働者数はゆるやかに変化するので、前述のように製造業とサービス業で名目賃金率が増加しうる。さらに、同一地域内において、製造業とサービス業の名



目賃金率が農業の名目賃金率より大きくなることから、農業から製造業や農業からサービス業へと同一地域内で労働者が移動する可能性がある。よって、製造業やサービス業と比べて、IDE-GSM では農業部門の雇用者数は増えにくい傾向にある。

#### 第4節 まとめ

空間経済学のアイデアは Thünen (1826) で記されていたが、定式化はされていなかった。Krugman and Fujita (2004) では、Dixit-Stiglitz モデルが開発されたことで、空間経済学として、Thünen (1826) のアイデアが一般均衡理論として定式化されることとなったことが説明された。そのため、空間経済学の理論モデルを用いた IDE-GSM のモデルでは、価格指数効果や自国市場効果を含み、広い意味での輸送費の変化に応じた経済活動の地理的分布の変化を考察できる。ただし、IDE-GSM では、多地域多産業間での労働者の移動を認めたために、空間的な長期均衡の分析に焦点を絞っておらず、また、農業財の輸送費が含まれていない。第6章にて、その2点に対応するためのモデルの設定の変更方法を紹介する。

[注] \_\_\_\_\_

- (1) Fujita and Krugman(2004) や Ottaviano and Thisse(2005) で引用された箇所は、Thünen (1826) の邦訳版では割愛され、英訳版には掲載されている。
- (2) 筆者が加筆した内容を [ ] 内にて示す。
- (3) 都市内で経済活動に従事する人が増えることにより、より大きなプールから適切な労働者を採用できるように、サーチやマッチングが改善されることによる利益を含む都市レベルでの規模の経済と区別をするために、規模の経済を企業レベルと限定する。
- (4) 氷塊型の輸送費とは、氷塊型の輸送費を仮に価格の1割とすると、製品の10%が輸送中に消失し、企業は消失する供給量を見越して、需要量より1割だけ多く生産し、輸送中の損失分を工場出荷価格に10%上乗せした価格で販

売するという設定を指す。

- (5) Helpman and Krugman (1985) では、自国市場効果として、2地域からなる経済を想定し、人口が多い地域では、2地域の全体に占める人口が多い地域の人口シェアより、水平的に差別化された財のパラエティ数のシェアのほうが大きくなることが示された。さらに、自国市場効果により、輸送費用が低いほど、人口が多い地域では市場規模が大きいことから、財の生産の集中が進むことも示された。
- (6) Krugman (1991) では、消費財の供給側と需要側の間に生じる前方後方連関を集積力とした。一方で、Venables (1996) では、中間投入としての工業製品の需要側と供給側の間に生じる前方後方連関を集積力とした。
- (7) 二つの前方後方連関を扱った理論モデルとして、Puga (1999) がある。
- (8) 独占的競争より複雑な寡占的競争では、自社の生産計画は他社の生産計画に影響を与え、同時に他社の生産計画も自社の生産計画の決定に影響を与える。一方で、独占的競争では、自社は他社全体からの影響を受けるが、自社は他社に影響を与えないと想定されている。
- (9) Puga (1999) では、地代収入を最大にするように、農業労働者数と農業財の生産量が決められた。一方で、IDE-GSM では、労働の供給と同様に、農業部門の投入要素として土地を供給し、地代収入を得る。

### 〔参考文献〕

#### <英語文献>

- Dixit, A. and J. Stiglitz 1977. "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity." *The American Economic Review* 67(3): 297-308.
- Fujita, M. and P. Krugman 2004. "The New Economic Geography: Past, Present and Future." *Papers in Regional Science* 83(1): 139-164.
- Fujita, M., P. Krugman and A.J. Venables 1999. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge MA: MIT Press.
- Fujita, M. and J.-F. Thisse 2002. *Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location, and Regional Growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Helpman, E. and P. Krugman 1985. *Market Structure and Foreign Trade*. Cambridge MA: MIT Press.
- Hirschman, A. O. 1958. *The Strategy of Economic Development*. New Heaven, Connecticut: Yale University Press.
- Krugman, P. 1980. "Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade." *The American Economic Review* 70(5): 950-959.

- 1991. “Increasing Returns and Economic Geography.” *Journal of Political Economy* 99(3): 483-499.
- Marshal, A. 1890. *Principles of Economics*. 8th edition published in 1920. London: Macmillan.
- Myrdal, G. 1957. *Economic Theory and Under-Developed Regions*. London: Duckworth.
- Ottaviano, G.I.P. and J.-F. Thisse 2005. “New Economic Geography: What About the N?” *Environment and Planning A* 37(10): 1707-1725.
- Puga, D. 1999. “The Rise and Fall of Regional Inequality.” *European Economic Review* 43(2): 303-334.
- Samuelson, P. A. 1952. “The Transfer Problem and the Transport Costs: Analysis of Effects of Trade Impediments.” *Economic Journal* 64(254): 264-289.
- Thünen, J. H. von 1826. *Der Isolierte Staat in Beziehung auf landwirtschaft und Nationalökonomie*. Hamburg: Perthes (English translation: *The Isolated State*. Oxford: Pergammon Press, 1966).
- Venables, A. J. 1996. “Equilibrium Locations of Vertically Linked Industries.” *International Economic Review* 37(2): 341-359.

## 補論 需要量の導出

バラエティ  $i$  の需要量を  $m_i$  とする。地域  $r$  のバラエティの数を  $n_r$  としたとき、すべての地域で生産されるバラエティの合計を  $n$  とする。バラエティ数  $n$  の工業製品数量指数  $Q$  を次式で定義する。

$$Q = (\sum_{i=1}^n m_i^{\rho_M})^{1/\rho_M}$$

費用最少化により、すべてのバラエティが消費されるように、 $\rho_M$  の値が一定であると、 $0 < \rho_M < 1$  を仮定する。バラエティ  $i$  の工場渡し価格を  $p_{Mi}$  とすると中間投入としての工業製品への支出額は  $\sum_{i=1}^n p_{Mi} m_i$  である。所与の  $Q$  のもとで総支出額を最小にすることで、バラエティ  $i$  の 1 階の最適条件が得られ、さらに、バラエティ  $i$  とバラエティ  $j$  の 1 階の最適条件を組み合わせ、次の関係が得られる。

$$\frac{m_i}{m_j} = \left( \frac{p_{Mi}}{p_{Mj}} \right)^{1/(\rho_M - 1)}$$

そのため、工業財の任意の二つのバラエティ間の代替の弾力性  $\sigma_M$  は、次のように、一定の値となる。

$$-d \ln \left( \frac{m_i}{m_j} \right) / d \ln \left( \frac{p_{Mi}}{p_{Mj}} \right) = \frac{1}{1 - \rho_M} = \sigma_M$$

ただし、多様性の選好を想定して、 $\sigma_M > 1$  とする。

さらに、バラエティ  $i$  とバラエティ  $j$  の1階の最適条件を組み合わせて得られた式を工業製品数量指数に代入して、補償需要が導出される。

$$m_j = \frac{p_{Mj}^{-\sigma_M}}{(\sum_{i=1}^n p_{Mi}^{\sigma_M - 1})^{\sigma_M / (\sigma_M - 1)}} \cdot Q$$

数量指数  $Q$  を所与として、得られた補償需要を総支出に代入すると、次の総支出が得られる。

$$\sum_{i=1}^n p_i m_i = [\sum_{i=1}^n p_{Mi}^{-(\sigma_M - 1)}]^{-1/(\sigma_M - 1)} \cdot Q = G_M \cdot Q$$

工業製品の価格指数の一般式は次式で与えられる。

$$G_M = [\sum_{i=1}^n p_{Mi}^{-(\sigma_M - 1)}]^{-1/(\sigma_M - 1)}$$

バラエティ  $i$  の需要量は上記の価格指数を用いて、次式で表される。

$$m_i = \left( \frac{p_{Mi}}{G_M} \right)^{-\sigma_M} Q$$

工業製品数量指数は、 $Q$  は工業製品の家庭支出と中間財投入への支出  $E$  を価格指数  $G$  で割った値となる。さらに、同一地域では輸送費用がかからないと仮定し、地域  $r$  から地域  $s$  ( $r \neq s$ ) への輸送には、氷塊型の輸送費用  $T_{rs}^M$  ( $T_{rs}^M > 1$ ) を用いて、輸送費込みの価格  $p_M T_{rs}^M$  のもとで、生産地で氷解分を見越して需要量より多く生産すること、つまり、需要量を  $T_{rs}^M$  倍する。そのため、工業財のあるバラエティの総需要は次のように示される。

$$x_M(r) = p_M(r)^{-\sigma_M} \sum_{s=1}^R E(s) G_M(s)^{\sigma_M - 1} T_{rs}^{M - (\sigma_M - 1)}$$

同様に、サービス業のあるバラエティに対する需要量は次のように示される。

$$x_S(r) = \mu_S p(r)^{-\sigma} \sum_{s=1}^R Y(s) G_M(s)^{-(1 - \sigma_S)} T_{rs}^{S - (\sigma_S - 1)}$$

企業のゼロ利潤条件から得られる供給量が  $\mu_S$  と等しいように単位をとることにより、上記の需要量を用いて導出された式(8)には、 $\mu_S$  は現れない。