

# 労働者の異質性がもたらす空間的集積構造の分析\*

## Spatial Distribution Pattern Generated by Heterogeneity of Labors\*

岸昭雄\*\*

By Akio KISHI\*\*

### 1. はじめに

都市の成立（集積）は、集積の経済等の外部性や規模の経済、輸送費用、不完全競争市場、財の多様性、さらには消費者の多様性の存在といった様々な要因によって理論的に説明することができる。1990年代より発展してきた新しい空間経済学（New Economic Geography）は、集積パターン成立の理論的側面を解明する研究分野であり、多くの理論研究が行われている。企業の集積の経済を導入した Michel, Perrot, and Thisse<sup>1)</sup>、独占的競争市場と iceberg 型輸送費用を導入した Krugman<sup>2)</sup> 等はその例である。国土政策を検討するに当たっては、これらの集積（立地均衡）メカニズムの理論的側面を的確に捉えた上で行う必要がある。

実際の集積パターンを観察してみると、多くの産業においては、数個の生産性の高い大企業が東京等の大都市に立地し、多くの生産性の低い中小企業が地方に立地するという構造を持っている。また、大学卒業者等の生産能力の高い労働者は大都市の大企業に就職し、生産能力の低い労働者は地方の中小企業に就職するという現状もある。このような現象は主に第三次産業（建設業、銀行・証券、不動産、教育サービス、芸術等）等、財の輸送費用が十分に大きい産業において観察されている。Mori and Turrini<sup>3)</sup> は、所得水準の高い大都市においては教育水準の高い（生産能力の高い）労働者の居住比率が高く、所得水準の地方都市においては教育水準の低い（生産能力の低い）労働者の居住比率が高い傾向にあることを日米の実証データとして示している。これらの事実から、労働者の生産能力の差異は集積を引き起こす本質的な要因の一つであると考えられる。したがって本研究では、このような集積パターン・産業構造をふまえ、集積の経済等の外部性や不完全競争ではなく、労働者の異質性（生産能力の差異）のみに着目し、労働者の異質性がこのような実際の典型的な集積パターンを引き起こす要因になり得るかの分析を行うことを目的とする。

労働者の異質性（生産能力の差異）を導入している

関連論文の多くは、労働者を生産能力の高い労働者と生産能力の低い労働者の2種類に分け、それぞれの労働者が別の産業に従事するとあらかじめ仮定している（Krugman<sup>2)</sup>、Mori and Turrini<sup>3)</sup>等）。しかしながら、現実の経済においては同一の産業であっても生産能力の異なる労働者が共存している。また、既存研究においては外部性の導入、労働者の移動制約など経済集積の要因となる仮定がなされている。例えば、Krugman<sup>2)</sup> では労働者を農業労働者と工業労働者とに分け、工業労働者は地域間を自由に移動可能である一方、農業労働者は地域間を移動できないとあらかじめ仮定している。そこで本研究では、労働者を生産能力の高い労働者と低い労働者の2種類に分け、企業の生産関数において生産性の差異を仮定する。また、全ての労働者は地域間を自由に移動可能であると仮定する。それに加えて、消費者の混雑外部性、企業の固定費用、多数の財・地域を考慮することにより、1つの都市に生産能力の高い労働者が集中して立地し、他の地域に生産能力の低い労働者が分散して立地するという、実際の経済で観察されている集積パターンに対応した均衡が完全競争下で存在することを示す。

### 2. 多地域一般均衡モデルの構築

労働者（消費者）および企業の2主体からなる多地域一般均衡モデルを構築する。ただし、労働者は生産能力の高い労働者（労働者 $h$ ）および生産能力の低い労働者（労働者 $l$ ）の2種類を仮定し、 $M$ 個の財、 $I$ 個の地域を仮定する。また、地域間の取引はないものと仮定する。この仮定は、対象とする財の輸送費用が十分に高い場合に対応している。

#### (1) 労働者（消費者）の行動

消費者は、生産能力の高い労働者（労働者 $h$ ）および生産能力の低い労働者（労働者 $l$ ）の2種類がいて仮定する。それぞれの労働者は、その種類（ $h, l$ ）によらず以下に示す同一の効用関数を持ち、効用最大化行動を行う。ただし添え字 $s$ は労働者の種類（ $s = h, l$ ）を、 $m$ は財の種類（ $m = 1, 2, \dots, M$ ）を、 $i$ は地域（ $i = 1, 2, \dots, I$ ）をそれぞれ表す。また各地域には人口に対する混雑外部性 $E(N^i)$ が存在するものと仮定し、

\*キーワード：公共事業評価法、整備効果計測法

\*\*学生員、修士（情報科学）、東北大学大学院情報科学研究科（〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06, TEL 022-217-7499, FAX 022-217-7500）

$E(N^i)$  は人口に対する単調減少関数であり各地域において共通であるものとする．すなわち各地域は同質であるものとする．なお，この外部性は，地域の土地供給面積が固定のもので，効用関数に外部性ではなく宅地面積を考慮したものと解釈することも可能である．また，各労働者は合成財として初期賦存量  $\bar{z}$ （ニューメレルとする）を保有しているとし，合成財は地域間で自由に取引可能であると仮定する．

$$V_s^i = \max_{x_{sm}^i, z_s^i} u = \max_{x_{sm}^i, z_s^i} \left[ (z_s^i)^{\eta_z} \prod_m (x_{sm}^i)^{\eta_m} + E(N^i) \right] \quad (1.1)$$

$$s.t. \quad \sum_m p_m^i x_{sm}^i + z_s^i = w_s^i + \bar{z} \quad (1.2)$$

ただし， $p$ ：財の価格， $x$ ：財の消費量， $w$ ：賃金率， $N$ ：総人口， $z$ ：合成財消費量， $\bar{z}$ ：初期賦存量， $\eta$ ：パラメータ  $\left( \sum_m \eta_m + \eta_z = 1 \right)$

## (2) 企業の行動

すべての企業は同一の生産関数を持ち，以下に示される利潤最大化行動をとる．各企業は合成財  $z$  を固定費用として用いる．生産能力の高い労働者は同一の企業内で生産を行うことで知識の共有や研究開発などを産み出し，結果として企業の生産性の向上に寄与するものと考えられる．この効果を表す企業の生産関数として式(2.2)に示すように労働者  $h$  の投入割合に関する生産性向上 ( $\alpha > 1$ ) を仮定する．一方，総労働投入量に関しては収穫逨減 ( $0 < \gamma < 1$ ,  $0 < \alpha\gamma < 1$ ) を仮定する．

$$\max_{L_{hm}^i, L_{lm}^i} \pi_m^i = \max_{L_{hm}^i, L_{lm}^i} \left[ P_m^i X(L_{hm}^i, L_{lm}^i) - w_{hm}^i L_{hm}^i - w_{lm}^i L_{lm}^i - K \right] \quad (2.1)$$

$$s.t. \quad X(L_{hm}^i, L_{lm}^i) = A \left[ (L_{hm}^i)^\alpha + L_{lm}^i \right]^\gamma \quad (2.2)$$

$$L_{hm}^i \geq 0, \quad L_{lm}^i \geq 0$$

ただし， $\pi$ ：企業の利潤関数， $X$ ：企業の生産関数， $L_h$ ：労働者  $h$  の投入量， $L_l$ ：労働者  $l$  の投入量， $w_h, w_l$ ：労働者  $h, l$  の賃金， $K$ ：企業の固定費用， $A, \alpha, \gamma$ ：パラメータ ( $\alpha > 1$ ,  $0 < \gamma < 1$ ,  $0 < \alpha\gamma < 1$ )

## (3) 市場均衡条件および定義式

各財の市場均衡条件および定義式を以下に示す．

$$N_h^i x_{hm}^i + N_l^i x_{lm}^i = X_m^i \quad (i=1, \dots, I, \quad m=1, \dots, M) \quad (3.1)$$

$$\sum_i (N_h^i z_h^i + N_l^i z_l^i) + \sum_i \sum_m k_m^i K = (N_h + N_l) \bar{z} \quad (3.2)$$

$$N_h^i = \sum_m L_{hm}^i \quad (i=1, \dots, I, \quad m=1, \dots, M) \quad (3.3)$$

$$N_l^i = \sum_m L_{lm}^i \quad (i=1, \dots, I, \quad m=1, \dots, M) \quad (3.4)$$

$$\sum_i N_h^i = N_h \quad (i=1, \dots, I) \quad (3.5)$$

$$\sum_i N_l^i = N_l \quad (i=1, \dots, I) \quad (3.6)$$

$$V_s^1 = V_s^2 = \dots = V_s^I \quad (s=h, l) \quad (3.7)$$

ただし， $X_m^i$ ：総生産量， $k_m^i$ ：企業数

## 3. 均衡解の導出

前章のモデルをもとに均衡解を導出する．本モデルにおいて均衡解を内生的に決定するのは困難であるため，実際の集積パターンに対応した均衡解を仮定した上で，その均衡解の立地に関する安定性を確認する．

実際に観察される集積パターンとして，「数個の生産性の高い大企業が東京等の大都市に立地し，多くの生産性の低い中小企業が地方に立地する」，「生産能力の高い労働者は大都市の大企業に就職し，生産能力の低い労働者は地方の中小企業に就職する」という集積パターンがある．この集積パターンに対応して，本研究においては，「労働者  $h$  のみを雇う企業（企業  $h$ ）および労働者  $l$  のみを雇う企業（企業  $l$ ）の 2 種類の企業のみが存在」，「全ての企業  $h$  は地域 1 に立地し，全ての企業  $l$  はその他の地域  $i$  ( $i=2, 3, \dots, I$ ) に立地する」という均衡を仮定する．このとき，仮定した均衡解は以下のように表される．

### 【地域 1】

$$L_{hm}^1 = \left( \frac{K}{p^1 A (1 - \alpha\gamma)} \right)^{\frac{1}{\alpha\gamma}}$$

$$k_{hm}^1 = \left( \frac{K}{p^1 A (1 - \alpha\gamma)} \right)^{\frac{1}{\alpha\gamma}} N_{hm}^1$$

$$w_{hm}^1 = p^1 A \alpha \gamma \left( \frac{K}{p^1 A (1 - \alpha\gamma)} \right)^{\frac{\alpha\gamma - 1}{\alpha\gamma}}$$

$$X_{hm}^1 = \frac{K}{p^1 (1 - \alpha\gamma)}$$

$$x_{hm}^1 = \frac{\eta_m}{p^1} (w_h^1 + \bar{z})$$

$$z_h^1 = \eta_z (w_h^1 + \bar{z})$$

$$(m=1, \dots, M)$$

### 【地域 $i$ 】

$$L_{lm}^i = \left( \frac{K}{p^i A (1 - \gamma)} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$k_{lm}^i = \left( \frac{K}{p^i A (1 - \gamma)} \right)^{\frac{1}{\gamma}} N_{lm}^i$$

$$w_{lm}^i = p^i A \gamma \left( \frac{K}{p^i A (1 - \gamma)} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}}$$

$$X_{lm}^i = \frac{K}{p^i (1 - \gamma)}$$

$$x_{lm}^i = \frac{\eta_m}{p^i} (w_l^i + \bar{z})$$

$$z_l^i = \eta_z (w_l^i + \bar{z})$$

$$(i=2, 3, \dots, I)$$

$$(m=1, \dots, M)$$

ただし，

$$N_{hm}^1 = \eta_m \left[ \left( \frac{K}{p^1 A (1 - \alpha\gamma)} \right)^{\frac{1}{\alpha\gamma}} \frac{1 - \alpha\gamma}{K} \bar{z} + \alpha\gamma \right] N_h \quad , \quad N_{lm}^i = \eta_m \left[ \left( \frac{K}{p^i A (1 - \gamma)} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \frac{1 - \gamma}{K} \bar{z} + \gamma \right] \left( \frac{1}{I-1} N_l \right) \quad ,$$

$$p^1 = \frac{K}{A(1 - \alpha\gamma)} \left[ \frac{1}{\bar{z}} \frac{K}{1 - \alpha\gamma} \left( \frac{1}{1 - \eta_z} - \alpha\gamma \right) \right]^{\alpha\gamma} \quad , \quad p^i = \frac{K}{A(1 - \gamma)} \left[ \frac{1}{\bar{z}} \frac{K}{1 - \gamma} \left( \frac{1}{1 - \eta_z} - \gamma \right) \right]^\gamma$$

以上で示した均衡は，労働者  $h$  のみを雇う企業  $h$  が全て地域 1 に立地し，労働者  $l$  のみを雇う企業  $l$  が地域 1 以外の地域  $i$  ( $i=2, 3, \dots, I$ ) に均等に立地する立地均衡を表す．これは，実際に観察されている集積現象，つまり，大学卒業者等の生産能力の高い労働者（労働者  $h$ ）が生産性の高い大企業（企業  $h$ ）に就職し，かつその企業が大都市（地域 1）に集中して立地する一方，生産能力の低い労働者（労働者  $l$ ）が生産性の低い中小企業（企業  $l$ ）に就職し，かつその企業が地方（地域  $i$ ）に立地するという現状に対応している．

#### 4. 均衡解の立地に関する安定性条件

労働者が立地に関して安定である条件は、地域1の労働者  $h$  が地域  $i$  に移住し企業  $l$  で働く際、企業  $l$  の最大支払い可能賃金の下で労働者  $h$  の効用水準が減少する、また、地域  $i$  の労働者  $l$  が地域1に移住し企業  $h$  で働く際、企業  $h$  の最大支払い可能賃金の下で労働者  $l$  の効用水準が減少することである。

一方、企業が立地に関して安定である条件は、地域1の企業  $h$  が地域  $i$  に移転する際、既に雇っている労働者  $h$  の効用水準を移転前の水準に保つような労働者  $h$  の最低受容可能賃金の下で正の利潤を上げることができない、また、地域  $i$  の企業  $l$  が地域1に移転する際、既に雇っている労働者  $l$  の効用水準を移転前の水準に保つような労働者  $l$  の最低受容可能賃金の下で正の利潤を上げることができないことである。

#### 5. 数値シミュレーション

##### (1) 均衡解の設定

式(1.1)における混雑外部性を表す項  $E(N^i)$  を線形の単調減少関数  $E(N^i) = eN^i$  ( $e < 0$ ) と仮定する。その上でパラメータ・外生変数の値を表-1のように設定する。そして、表-1に示すパラメータにおける本モデルの均衡解を表-2に示す。ただし数値計算の簡略化のため、 $\eta_1 = \eta_2 = \dots = \eta_M$  とする。なお、表-2に示す均衡解は4章において定義した立地に関する安定性条件を満たす。

表-1 各パラメータ・外生変数の設定

$\alpha$	1.5	$e$	$-1.0 \times 10^{-7}$
$\gamma$	$6.5 \times 10^{-1}$	$I$	100
$A$	100	$M$	100
$K$	100	$N_h$	$8.0 \times 10^4$
$\eta_m$	$7.0 \times 10^{-3}$	$N_l$	$9.0 \times 10^5$
$\eta_z$	$3.0 \times 10^{-1}$	$z$	10

表-2 モデルの均衡解

	地域1	地域 $i$
$p^1, p^i$ (各地域の価格)	0.25	0.38
$L_{hm}^1, L_{lm}^i$ (各企業の労働投入量)	$1.8 \times 10^2$	22
$k_{hm}^1, k_{lm}^i$ ( $m$ 財の企業数)	4.4	4.1
$w_{hm}^1, w_{lm}^i$ (各労働者の賃金)	21	8.3
$X_{hm}^1, X_{lm}^i$ (各企業の生産量)	$1.6 \times 10^4$	$7.5 \times 10^2$
$x_{hm}^1, x_{lm}^i$ (各労働者の需要量)	$8.8 \times 10^{-1}$	$3.4 \times 10^{-1}$
$z_h, z_l$ (各労働者の合成財需要量)	9.4	5.5
$V_h^1, V_l^i$ (各労働者の効用水準)	1.8	$7.8 \times 10^{-1}$

##### (2) 安定性の崩壊

前節で提示した安定な均衡解は、パラメータの変化によって不安定になる。本節では、労働者に関する3つの・外生変数およびパラメータ（労働者  $h$  の人口  $N_h$ 、労働者  $l$  の人口  $N_l$ 、労働者の生産性格差  $\alpha$ ）を変化させることによって、均衡解が不安定になる条件について考察する。ただし、以下の図-1, 2, 3において、労働者  $h, l$  の安定性条件をそれぞれ  $F_h > 0, F_l > 0$ 、企業  $h, l$  の安定性条件をそれぞれ  $\Pi_h > 0, \Pi_l > 0$  とする。企業の安定性条件に関する添え字  $h, l$  は、それぞれ移転の際に労働投入量を調整可能なケース( )と不可能なケース( )を表している。

図-1に労働者  $h$  の人口  $N_h$  に関する安定性条件の変化を示す。 $N_h$  が増加すると  $\Pi_h < 0$  となり企業  $h$  の安定性条件が満たされない。これは、生産性の高い労働者  $h$  の数が増加することによって地域1における混雑外部性が増加し、その結果企業  $h$  の移転の際の労働者  $h$  の最小受容可能賃金が低下するため、企業  $h$  に地域  $i$  へ移転するインセンティブが発生するためである。

図-2に労働者  $l$  の人口  $N_l$  に関する安定性条件の変化を示す。 $N_l$  が増加すると  $\Pi_h < 0$  となり、企業  $h$  の安定性条件が満たされない。これは、生産性の低い労働者  $l$  の数が増加することによって地域  $i$  の需要規模が大きくなり、その結果企業  $h$  に地域  $i$  へ移転するインセンティブが発生するためである。

図-3に労働者の生産性格差  $\alpha$  に関する安定性条件の変化を示す。 $\alpha$  が減少すると  $\Pi_h < 0$  となり、企業  $h$  の安定性条件が満たされない。これは、労働者の生産性の格差  $\alpha$  の減少（労働者の均一化）によって企業  $h$  の生産量が減少し、その結果企業  $h$  により小さい需要規模でも地域  $i$  へ移転するインセンティブが発生するためである。

##### (3) 数値シミュレーションによる示唆

表-2より、地域1と地域  $i$  を比較すれば、地域1に立地する企業  $h$  は、地域  $i$  に立地する企業  $l$  に比較して生産量、労働投入量ともに大きくなっている。さらに、地域1に居住する労働者  $h$  は、地域  $i$  に居住する労働者  $l$  に比較して賃金、効用水準ともに大きくなっている。これは、生産性の高い大企業が東京等の大都市に立地し、そこに居住する労働者が高い所得水準となる一方、生産性の低い中小企業が地方部に立地し、そこに居住する労働者が低い所得水準となることを表している。

均衡解の立地に関する安定性条件に関しては、比較静学により以下のことが分かる。はじめに、大都市の人口増加（労働者  $h$  の増加）によって大都市の混雑が増大するため、労働者  $h$  は安い賃金でも混雑の程度の小さい地方部で働くことを受容する。その結果大都市

の大企業（企業  $h$ ）が地方部に移転するインセンティブを持つ。次に、地方部の人口増加（労働者  $l$  の増加）によって、地方部の需要規模が増加するために、大都市の大企業が十分な販売量を地方部において確保することが可能となるため、大企業が地方部に移転す

るインセンティブを持つ。最後に、労働者の生産性格差（ $\alpha$ ）の減少により、大企業の生産量（労働投入量）が減少する。その結果、需要規模の小さい地方部でも十分な販売量を確保することが可能になるため、大企業が地方部に移転するインセンティブを持つ。

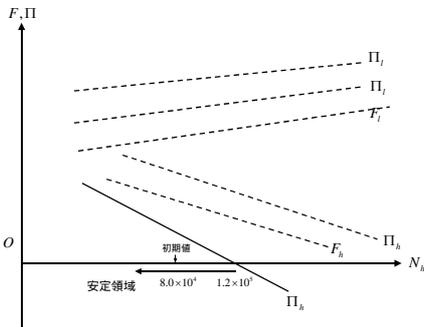


図 - 1  $N_h$  に関する安定性条件

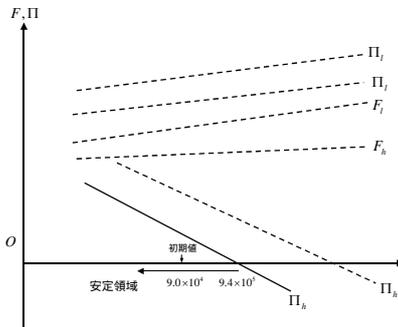


図 - 2  $N_l$  に関する安定性条件

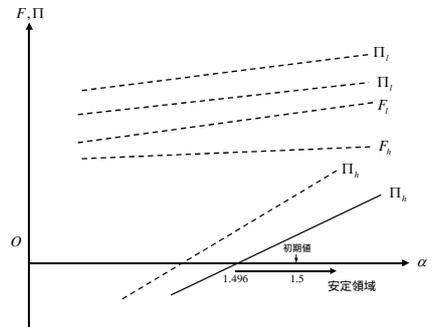


図 - 3  $\alpha$  に関する安定性条件

## 6. おわりに

本研究は、労働者の異質性に加えて、消費者の混雑外部性（または宅地面積と解釈可能）、企業の固定費用、多数の財・地域を考慮することにより、1つの都市に生産能力の高い労働者が集中して立地し、他の地域に生産能力の低い労働者が分散して立地するという集積パターンに対応した均衡の存在を示し、数値シミュレーションによってその安定条件を示した。

2章において、完全競争の枠組みでモデルを構築した。また消費者の混雑外部性は、地域の土地供給面積が固定のもとで効用関数に宅地面積を考慮したものと解釈することができる。この解釈の下では、外部性および不完全競争を全く仮定することなく、労働者の異質性のみで集積が実現することを示したことになる。その集積とは、1つの都市に生産能力の高い労働者が集中して立地し、他の地域に生産能力の低い労働者が分散して立地するという集積パターンである。

本モデルは地域間の交易がないものと仮定している。これは輸送費用が十分に高い場合に対応しており、実際の経済においては、建設業、銀行・証券、不動産、教育サービス、芸術等の産業に当てはまる。実際、輸送費用が十分に低い産業（医薬品、精密機械、自動車等の製造業や各産業の研究開発部門など）においては、地方の生産性の低い中小企業は生産性の高い大企業に淘汰されているものの、輸送費用が十分に高い産業ならば、地方において生産性の低い中小企業が存続しているという現状に対応していると考えられる。

また本研究においては、地方部の需要規模の小ささが大企業（企業  $h$ ）が大都市（地域 1）から地方（地域  $i$ ）に移転しない要因であり、大都市と地方部の混

雑外部性の差が中小企業（企業  $l$ ）が地方から大都市に移転しない要因となっている。また数値シミュレーションにより、「生産性の高い労働者の比率が少ないこと」、「地方部の人口（需要規模）が少ないこと」、「労働者間の生産性格差が大きいこと」等が現在の集積の要因となっていることが示された。したがって、「大学卒業者等の生産性の高い労働者の増加」、「高齢者等の生産性の低い労働者の増加」、「高学歴化による労働者間の生産性格差の縮小」等、今後日本において予想される現象は、集積（都市部への一極集中）を緩和させる要因として働くと考えられる。

なお、本モデルにおいて同質の労働者を仮定した場合、本研究で示した集積パターンは実現しない。したがって、労働者の異質性（生産能力の差異）は集積の重要な要因の一つであるということが出来る。なお、実際の経済は他の様々な要因（外部性、不完全競争等）の複雑な組み合わせの結果として集積が実現しているため、国土政策の策定に当たってはこれら個別の要因が経済集積にあたる影響を的確に捉えた上で行う必要がある。

## 参考文献

- 1) Michel, Ph., Perrot, A., and Thisse, J.-F. (1996). Interregional equilibrium with heterogeneous labor. *Journal of Population Economics* 9, 95-114
- 2) Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy* 99, 483-499
- 3) Mori, T. and Turrini, A. (2003). Skills, agglomeration and segmentation. *European Economic Review*, forthcoming
- 4) Fujita, M., Krugman, P., and Venables, A.J. (1999). *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. The MIT Press.
- 5) Fujita, M. and Thisse, J.-F. (2002). *Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location, and Regional Growth*. The Cambridge University Press.