労働者の生産能力の差異による企業の分化および空間的集積

Firms' segmentation and spatial agglomeration with heterogeneous labors

岸　昭雄

修士（情報科学）　東北大学大学院情報科学研究科博士後期課程
〒980-8579　仙台市青葉区荒巻字青葉 06
TEL:022-217-7499，FAX:022-217-7500，E-mail:kishi@plan.civil.tohoku.ac.jp

本研究は，労働者の生産能力の差異を仮定することにより，企業の生産関数の形状によっては同質な財を生産する企業であっても，企業の分化が引き起こされる（異質な企業が成立する）ことを示す．具体的には，労働者を 2 種類（高技術労働者，低技術労働者）に分け，企業の生産関数が 2 種類の労働者の投入量に関して凹でない場合，異質な企業が成立し得ることを示している．その上で，異質な企業が成立した場合，それらの立地問題を考えることにより，労働者の生産能力の差異によって引き起こされる企業の異質性の存在が，企業の立地分布を決定する要因になっていることを示すとともに，それらの立地行動が都市の厚生に与える影響を分析している．

Keywords: Labor heterogeneity, Agglomeration, Spatial distribution

1.　はじめに

企業は，労働，資本，中間財といった生産要素（投入物，input）を用いて新たな財（生産物，output）を生産する．生産関数は input と output の変換，変形を数学的に表現する関数であり, 一定期間内に投入する input の種類と数量を，それによって最大限生産できる output の種類と数量に関連づけている. したがって, 経済モデルにおいては, この生産関数の形状が企業の生産技術を表している.

実際経済において，企業の input は労働や資本，多くの中間財といった多数の財によって構成される. 一方経済モデルにおいては，しばしば簡略化のために, これら多数の input を集約的に取り扱う．具体的は, input は労働と資本（集約された資本）のみと考えること等により，分析を単純化している.

経済モデルにおいては, 一般的にその取り扱いやすさから一次同次や凹型の生産関数が仮定される. 凹型の Cobb-Douglas 型生産関数や C.E.S.型生産関数といったものは，その代表例である．これらの一次同次や凹型の生産関数の下では一般均衡において唯一の均衡解が存在するため，複雑な数値計算を必要とする SCGE モデルなどにおいては, 複数均衡の可能性を排除するという意味で有用である．しかしながら，経済モデルにおいて, 企業を代表的な 1 企業として取り扱う際には問題にはならないものの, 多数の個別の企業として取り扱う場合，凹型生産関数の下では，全く同質の（投入ベクトルおよび生産ベクトルが一致する）企業が存在することになる. これは実際の経済に照らし合わせてみれば不自然である. 実際の経済においては，ほとんど同じ財を生産する企業間においても，それらの生産規模や投入ベクトルはそれぞれ異なっている．実際の企業を観察してみると，多くの産業においては, 数個の生産性の高い企業が東京等の都市部に立地し, 多くの生産性の低い企業が地方部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都市部の生産性の高い企業に就職する一方, 生産能力の低い労働者は地方部の生産性の低い企業に就職するという現状もある. このような集積現象は主に財の輸送費用が十分に大きい産業（銀行・証券，大規模小売店，不動産，教育サービス等）において顕著である. すなわち実際の経済においては, 空間経済において同質な財を生産する異質な企業が成立している.

実際の経済において同質な財を生産する異質な企業の成立を引き起こす要因はいくつか考えられる. 最も一般的な要因は, 各企業の技術の違いである. 経済モデルにおいては, 技術の違いは生産関数の形状の違いとして表現される. 生産関数の形状が異なれば, 最適な投入ベクトルやそれに対応した生産物の量も異なる. また, 企業の直面する様々な各企業特有の外生的制約もその要因となる. 外生的制約の具体例としては input の価格や賦存量の違いであり, 例えば, 都市部に立地している企業が, 郊外部の地代の安い地域に立地している企業に比べて地代が高いために input としての土地の消費を減らす一方, 郊外部より安く購入可能な他の中間財の投入を増やすといったことである. しかしながらこの要因は, 1 点経済においては無効である. 各企業の直面する外生的な制約が同一となるためである.

本研究で分析対象とする労働者の生産能力の差異の存在も外生的要因の一つであると考えることができる. 実際, 労働者間の交流, 相互作用が企業の生産性に与える影響は無視できない. つまり, 生産能力の高い労働者同士が同一の企業に勤務すれば, 知識の共有や研究開発の進展等により企業の生産性が大きく向上するといったことが考えられる. この相互作用は input としての労働者の質や量によって異なるため, 異質な企業の成立の要因となり得る.

本研究では, 労働者の生産能力の差異が存在することにより, 同質の財を生産する企業の分化が引き起こされる, すなわち異質な企業が成立することを示す. その上で, 異質な企業間の立地問題を考えることにより, 企業の異質性の存在が企業の立地分布を決定する要因になっていることを示すとともに, 企業の立地行動が都市の厚生に与える影響を分析する.

先行研究として, 労働者の生産能力の差異を導入した研究は多い. しかしながら, 各論文において明示的に労働者の生産能力の差異を導入する目的は異なる. 例えば, Martin and Koebel（2001） は, 労働者を 3 種類（高技術, 中技術, 低技術）に分割することにより, 各階層の労働の価格弾力性や階層間の代替弾力性などといった労働市場の特性を, 実証データより推計している. Lingens（2003）は, 労働者を 2 種類（高技術, 低技術）に分割し, Aghion and Howitt（1992）のモデルを拡張することにより, 失業と経済成長の関係を分析している. これらの研究の主眼は, 労働市場の特性を分析することや, 失業と経済成長の関係を分析することであり, それらの目的のために労働者の生産能力の差異が導入されている. つまり, 労働者の生産能力の差異を導入している研究は多いものの, 本研究の主眼である, 異質な企業が成立することを分析対象とした研究はない.

一方, 地域学の分野においては, 労働者の生産能力の差異や生産関数の形状等は重要な分析対象である. それは, 労働者の生産能力の差異や, それによる異質な企業の成立は, 外部性や不完全競争等と同様, 企業や労働者の空間的分布に影響を与えることが予想されるからである. Krugman（1991）は, 労働者を 2 種類（高技術, 低技術）, 財を 2 種類（工業財, 農業財）に分割し, 工業財において Dixit-Stiglitz（1977）の独占的競争モデルを適用することにより, 企業および労働者の立地行動を分析している（Core-Periphery モデル）. Core-Periphery モデルは, 高技術の労働者は工業財の生産に従事し, 低技術の労働者は農業財の生産に従事するとし, それぞれの産業における高技術労働者と低技術労働者の代替は不可能であると仮定している. この仮定は実際には非現実的であり, 通常は高技術の労働者も低技術の労働者もすべての産業で生産に従事可能であるものの, その比較優位性により分化が起こっていると考えるのが自然である. また Dixit-Stiglitz の枠組みでは, 異質な企業は成立しない. 一方, Dixit-Stiglitz の枠組みを用いずに労働者の異質性を考慮した研究もある（Berliant and Wang（1993）, Berliant and Konishi（2000）, Michel, Perrot, and Thisse（1996）等）. しかしながらこれらの研究は, 一次同次や凹型の生産関数を仮定しており, やはり異質な企業は成立しない.

本研究は, はじめに 2 章において, input として同質な労働者を考えた場合企業の分化は起こらないものの, 労働者を高技術労働者, 低技術労働者の 2 種類に分けることにより, 企業の生産関数の形状によっては企業の分化が起こり得ることを示す. その結果をうけて, 3 章において, 企業の分化が起こり, 仮に 2 つ

の異質な企業が成立可能である場合, それらの企業の立地メカニズムおよび企業の立地が都市の厚生に与える影響を分析する. 最後に 4 章において本研究のまとめを述べる.

2. 唯一の生産関数における企業の分化

前述のように, 同質の財を生産する企業であっても, その生産技術が異なれば（生産関数の形状が異なれば）, 企業の分化が起こるのは当然である. 特に最先端の技術を必要とする製造業等においては, 当然各企業の持つ技術はそれぞれ独自のものであるため, それによって異質な企業が成立することになる. 他方, 産業によっては, 企業間においてほとんどその生産技術が等しいような場合も多くある. 生産過程が均一化されているような製造業や, 一般的なサービス業などが例として考えられる. しかしながら, 実際これらの産業においても異質な企業は存在している. 本研究で対象とするのは後者, すなわち唯一の生産関数においても, 企業の分化が引き起こされる点である.

労働者が同質の場合（ケーススタディ 1）と, 労働者が 2 種類（高技術労働者, 低技術労働者）の場合（ケーススタディ 2）のそれぞれにおいて, 生産関数の形状によって企業の分化が起こるケースと起こらないケースを考察する. なお, 生産関数が一次同次の場合, 企業の規模を明示的に取り扱うことができないために, 本研究では, 一次同次の生産関数を除外する. また, 凹型生産関数の仮定の下で, 完全競争下において各企業の利潤がゼロになる生産量が存在するように, 固定費用を導入する. また簡単化のために, 労働以外の input（資本, 中間財等）はないものとする.

2.1 ケーススタディ 1 －同質な労働者－

企業の生産関数の性質として, 労働投入量を増やせば, 生産量は増加するのが一般的である. つまり, 生産関数の労働投入量に関する 1 階微分は正である. 一方, 2 階微分に関しては, 正, ゼロ, 負のいずれもが考えられる. 仮に 2 階微分がゼロもしくは正の場合, 企業の最適労働投入量は決まらない. **図** 1 は, 2 階微分が負の場合の生産関数の形状を示している.

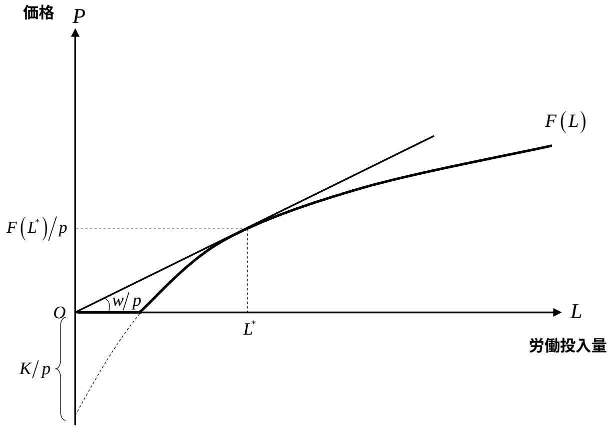

図 1　**規模に関する収穫逓減を仮定した生産関数**

このとき, **図** 1 に示すように, 完全競争の下で企業の利潤がゼロとなる賃金率 w および価格 p , それに対応する労働投入量 L^* が決定される. ただし, K は固定費用を, $F(L)$ を企業の生産関数をそれぞれ表す. 一方, 労働投入に関して規模の経済を仮定すれば, 生産関数は一般的に以下に示す性質を持つ.

$$
\begin{aligned}
&F(0)=0 \\
&F(L)>0 \qquad \text{for all } \ L>0 \\
&F'(L)>F(L)/L \quad \text{as } \ L<L_a \\
&F'(L)=F(L)/L \quad \text{as } \ L=L_a \\
&F'(L)<F(L)/L \quad \text{as } \ L>L_a
\end{aligned}
\tag{1}
$$

(1)式に示す生産関数の形状を**図** 2 に示す.

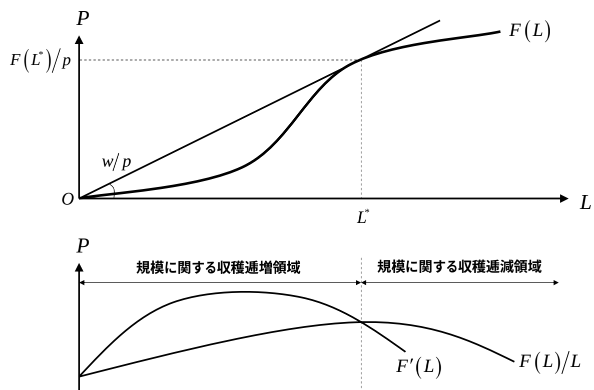

図 2　**規模の経済を仮定した生産関数**

図 2 において，$0 < L < L_a$ は規模の経済が規模の不経済より大きい, すなわち規模に関する収穫逓増の領域であり，$L_a < L$ は規模の経済が規模の不経済より小さい, すなわち規模に関する収穫逓減の領域となっている．このときも同様に, 完全競争の下で企業の利潤がゼロとなる賃金率 w および価格 p，それに対応する労働投入量 L^* が決定される．

図 1，2 に示す生産関数の下では同質な企業しか成立しない. すなわち全ての企業において労働投入量が等しく（L^*），生産量も等しい（$F(L^*)$）．唯一の生産関数の下で企業の分化が起こり得る（異質な企業が成立する）には，**図** 3 に示すような特殊な生産関数の形状およびそれに対応する賃金率，価格，固定費用の組み合わせが必要である．

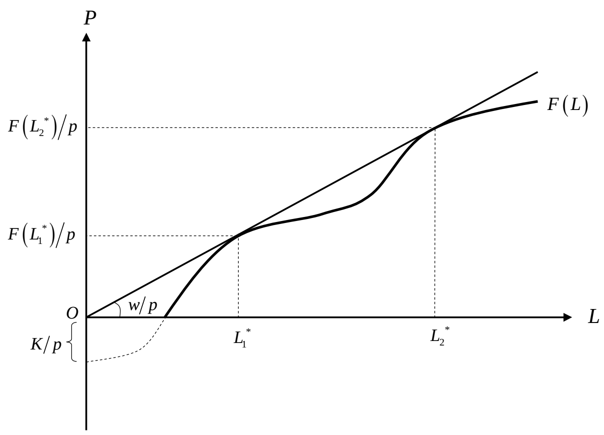

図 3　**異質な企業の成立を引き起こす生産関数**

図 3 に示す生産関数の下では, 完全競争の下で企業の利潤がゼロとなる賃金率 w および価格 p，それに対応する労働投入量 L_1^* および L_2^* が決定される．すなわち，労働投入量が異なる（L_1^*，L_2^*），異質な企業が成立し得ることになる．しかしながら，**図** 3 に示すような生産関数，固定費用，および市場均衡によって決定される賃金率, 価格の組み合わせは非常に稀であり, 通常は, 同質な労働者および唯一の生産関数の下では, 企業の分化は起こらない.

2.2　**ケーススタディ** 2　**－異質な労働者－**

実際の経済においては，天性や教育水準，生まれ育った環境など, 様々な要因により各労働者の生産能力はそれぞれ異なっている．本研究では，簡単化のために労働者が高技術労働者と低技術労働者の 2 種類が存在するものとする．

企業の生産関数を $F(L_h, L_l)$ とする．ここで，L_h は高技術労働者の労働投入量を，L_l は低技術労働者の労働投入量をそれぞれ表す．$F(L_h, L_l)$ の形状を考察してみると，ケーススタディ 1 の場合と同様に，どちらの種類の労働者に関しても, 労働投入量を増やせば生産量は増加するのが一般的である．つまり，生産関数の労働投入量に関する 1 階微分は正である．一方，2 階微分，交差微分に関しては，正，ゼロ，負のいずれもが考えられる．通常，企業の労働投入量が増加することによって, 管理費用や生産に関する混雑の増大等により，規模の不経済が変化する．他方，労働投入量の増加によって，知識の共有等により，規模の経済が変化する．規模の不経済＜規模の経済，すなわち知識の共有による R&D の促進などといった生産性の向上の方が混雑や管理費用による生産性の低下より大きい場合，規模に関して収穫逓増となり，2 階微分は正である．反対に，規模の不経済＞規模の経済となる場合，規模に関して収穫逓減となり，2 階微分が負となる．また，交差微分に関しても，管理費用や生産に関する混雑の増大といった規模の不経済と, 高技術労働者と低技術労働者の分業の進展等といった規模の経済の大小によって符号が異なる．

図 4 は，一例として 2 階微分が負，交差微分が正となるコブ＝ダグラス型の生産関数 $F(L_h, L_l) = L_h^{\alpha} L_l^{\beta} - K$（$\alpha > 0$，$\beta > 0$，$0 < \alpha + \beta < 1$）を示している．

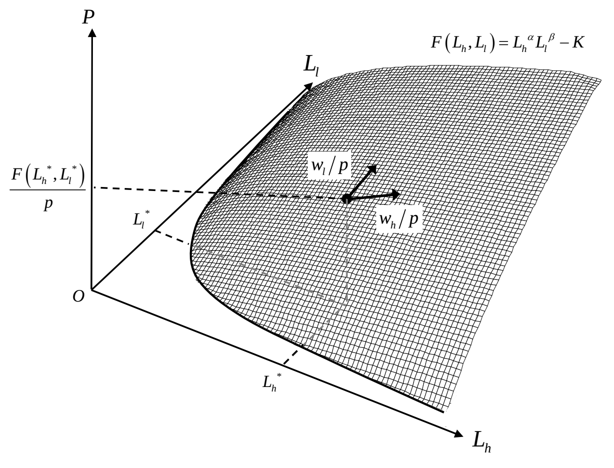

図 4　**コブ＝ダグラス型生産関数**

図 4 に示す生産関数（2 階微分が負，交差微分が正となるコブ＝ダグラス型生産関数）おいて，生産が行われる領域においては生産関数が凹型であり, 完全競争の下で企業の利潤がゼロとなる賃金率 w_h， w_l および価格 p，それに対応する労働投入量 L_h^*， L_l^* の組み合わせが唯一に決定される．すなわち，全ての企業において，労働投入量が等しく（L_h^*, L_l^*），それに対応する生産量も等しくなり（$F\left(L_h^*, L_l^*\right)$），同質な企業が成立する．つまり，異質な労働者を仮定しても，生産関数の形状が**図** 4 のように凹関数ならば, 完全競争の下で企業の利潤がゼロとなる賃金率 w_h， w_l および価格 p，それに対応する労働投入量 L_h^*， L_l^* の組み合わせが唯一に決定される結果, 異質な企業は成立しないことになる．

同一の生産関数の下で異質な企業が成立するための条件を考える．同質な労働者の場合と同様に，生産関数上の異なる 2 点以上で接する接平面が存在し, かつその接平面が原点を通過すれば, 完全競争の下で企業の利潤がゼロとなる賃金率 w_h， w_l および価格 p，それに対応する労働投入量 L_h^*， L_l^* の組み合わせが 2 つ以上存在することになり, 労働投入量が異なる異質な企業が成立し得ることになる．したがって，同一の生産関数の下で 2 つ以上の異質な企業が成立し得る必要条件は，生産が行われる領域において，生産関数が非凹の領域を持つことである．

生産関数を特定化することにより, 上述の条件を満たし，異質な企業が成立するケースを示す．生産関数を以下のように特定化する．

$$F\left(L_h, L_l\right)=L_h+\sin\left(L_h+\pi\right)+L_l^{1/2}-4 \quad \left(0 \le L_h \le 2\pi\right) \tag{2}$$

(2)式に示す生産関数の形状を**図** 5 に示す．ただし(2)式は，労働者 h の労働投入量 L_h に関して，**図** 2 に示すように, 投入量が小さい範囲では規模に関して収穫逓増であり, 投入量が大きい範囲では規模に関して収穫逓減となる生産関数の一例であり, 解析的分析の簡略化のために sin 関数を用いている．

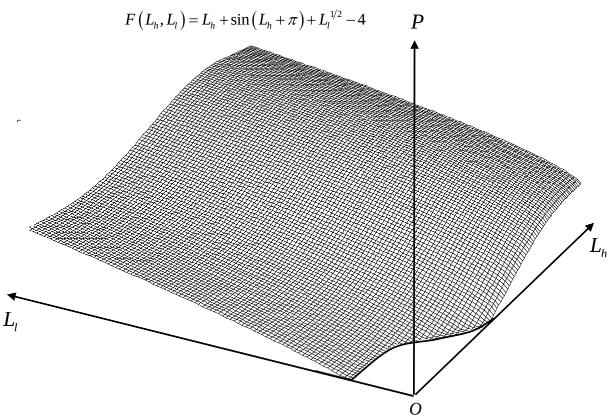

図 5　**生産関数** $F\left(L_h, L_l\right)=L_h+\sin\left(L_h+\pi\right)+L_l^{1/2}-4$

(2)式の労働投入量に関する 1 階微分，2 階微分，および交差微分はそれぞれ以下のようになる．

$$\frac{\partial F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_h}=1+\cos\left(L_h+\pi\right) \tag{3.1}$$

$$\frac{\partial F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_l}=\frac{1}{2}L_l^{-1/2} \tag{3.2}$$

$$\frac{\partial F^2\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_h^{\ 2}}=-\sin\left(L_h+\pi\right) \tag{3.3}$$

$$\frac{\partial F^2\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_l^{\ 2}}=-\frac{1}{4}L_l^{-3/2} \tag{3.4}$$

$$\frac{\partial F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_h \partial L_l}=0 \tag{3.5}$$

(2)式に示す生産関数のヘッセ行列 H は以下のように表される．

$$H=\begin{bmatrix} \dfrac{\partial^2 F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_h^{\ 2}} & \dfrac{\partial^2 F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_h \partial L_l} \\ \dfrac{\partial^2 F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_h \partial L_l} & \dfrac{\partial^2 F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_l^{\ 2}} \end{bmatrix} =\begin{bmatrix} -\sin\left(L_h+\pi\right) & 0 \\ 0 & -\dfrac{1}{4}L_l^{-3/2} \end{bmatrix} \tag{4}$$

(4)式のヘシアン $\left|H\right|$ は以下のようになる．

$$\left|H\right|=\frac{1}{4}L_l^{-3/2}\sin\left(L_h+\pi\right) \tag{5}$$

(4)，(5)式より，$0 \le L_h \le \pi$ においては $\dfrac{\partial F^2\left(L_h, L_l\right)}{\partial {L_h}^2} \ge 0$ かつ $|H| \le 0$ であり，$\pi < L_h < 2\pi$ においては $\dfrac{\partial F^2\left(L_h, L_l\right)}{\partial {L_h}^2} < 0$ かつ $|H| > 0$ である．したがって，(2)式に示す生産関数は，$0 \le L_h \le \pi$ において非凹関数，$\pi < L_h < 2\pi$ において凹関数となっている．

生産関数上の任意の点 $\left(a, b, F(a,b)\right)$ における接平面の方程式は以下のように表される．

$$
\begin{aligned}
&P - F(a,b) \\
&= \left.\frac{\partial F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_h}\right|_{\substack{L_h = a \\ L_l = b}} \left(L_h - a\right) + \left.\frac{\partial F\left(L_h, L_l\right)}{\partial L_l}\right|_{\substack{L_h = a \\ L_l = b}} \left(L_l - b\right)
\end{aligned} \tag{6}
$$

(2)，(3.1)，(3.2)式を(6)式に代入すれば，接平面の方程式は以下のように表される．

$$
\begin{aligned}
&P - \left[a + \sin\left(a + \pi\right) + b^{1/2} - 4\right] \\
&= \left[1 + \cos\left(a + \pi\right)\right]\left(L_h - a\right) + \frac{1}{2} b^{-1/2}\left(L_l - b\right)
\end{aligned} \tag{7}
$$

(7)式によって表される接平面が原点を通過する条件を満たす (a,b) の関係式は，(7)式に $L_h = 0$，$L_l = 0$，$P = 0$ を代入することによって得られる．その関係式を(8)式に示す．

$$
\begin{aligned}
&0 - \left[a + \sin\left(a + \pi\right) + b^{1/2} - 4\right] \\
&= \left[1 + \cos\left(a + \pi\right)\right]\left(0 - a\right) + \frac{1}{2} b^{-1/2}\left(0 - b\right) \\
&\Rightarrow \quad a\cos\left(a + \pi\right) - \sin\left(a + \pi\right) + \frac{1}{2} b^{1/2} + 4 = 0
\end{aligned} \tag{8}
$$

したがって，接平面が原点を通過する生産関数上の点 (a,b) の軌跡は，(8)式における (a,b) を $\left(L_h, L_l\right)$ に置き換えることによって得られる．その方程式を(9)式に示す．

$$
L_h \cos\left(L_h + \pi\right) - \sin\left(L_h + \pi\right) + \frac{1}{2} {L_l}^{1/2} + 4 = 0 \tag{9}
$$

さらに，(9)式を満たす $\left(L_h, L_l\right)$ が完全競争の下で均衡解となるためには，その点における接平面が，それ以外の全ての領域において生産関数より上方になっていなければならない．**図** 6 はこの条件を満たす接点の軌跡を描いている．

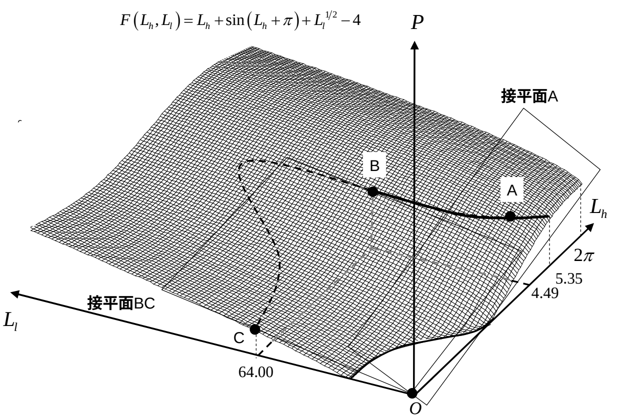

図 6　**接平面が原点を通る接点の軌跡**

図 6 において, 生産関数上に描かれている実線および破線の曲線が(9)式を満たす $\left(L_h, L_l\right)$ の軌跡を表している．すなわち，この曲線上のどの点においても，その接平面は原点を含む．さらに, 接平面が生産関数の上方にあるという条件を加えると, その軌跡は実線で描かれている曲線部分 $\left(4.49 \le L_h \le 5.35\right)$ となる．この曲線上の A 点における接平面 A は原点を含み，かつ A 点以外の領域においては接平面が生産関数の上方になっている（**図** 6 参照）．また，曲線上の B 点における接平面 BC は，(9)式の軌跡上の B 点で接し，原点を含み, さらにそれ以外の領域においては接平面が生産関数の上方になっている（**図** 6 参照）．仮に A 点が完全競争下で均衡解になる場合，企業は同質となり，均衡における労働投入量の比 ${L_h}^*/{L_l}^*$ と経済全体の労働人口比 N_h/N_l が等しくなるように労働者の賃金率 $\left(w_h, w_l\right)$ および企業の数が調整される．一方，経済全体の労働人口比によっては，B 点で生産を行う企業および C 点で生産を行う企業が共存する均衡が成立する．**図** 7 は，労働人口比によって同質な企業が成立する場合と異質な企業が成立する領域を示している．

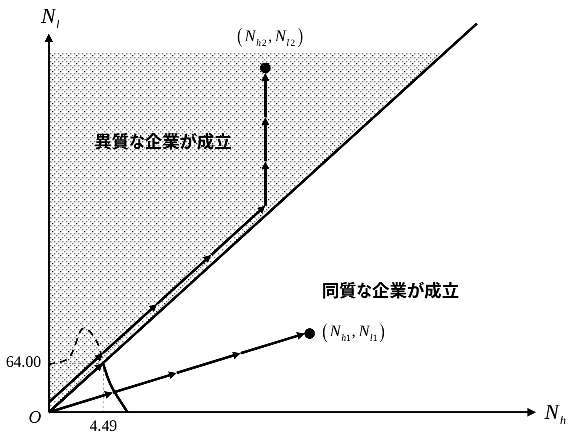

図 7　異質な企業を成立させる労働人口 (N_h, N_l) **の領域**

図 7 に示すように，労働人口が (N_{h1}, N_{l1}) ならば，均衡における労働投入量の比 L_h^*/L_l^* と経済全体の労働人口比 N_{h1}/N_{l1} が等しくなるように労働者の賃金率 (w_h, w_l) および同質な企業の数が調整される．一方，労働人口が (N_{h2}, N_{l2}) ならば，労働者の賃金率 (w_h, w_l) は**図** 6 における接平面 BC の傾きとなり，全ての労働者が雇用されるように**図** 6 における B 点と C 点に対応する異質な企業の企業数が決定される．

同質な企業が成立するか異質な企業が成立するかは，経済全体の労働人口比によって決定される．本ケースでは，高技術労働者の収穫逓増域が大きくなれば，**図** 6 における B 点の L_h が大きくなるため，**図** 7 の境界線の傾きが小さくなり，異質な企業が成立する領域が大きくなる．

2.3　異質な企業の成立の可能性

ケーススタディ 1 より，同質な労働者の下では，唯一の生産関数の下で異質な企業が成立することはごく限られた場合（**図** 3 の場合）を除いてはないことを示した．そこで，高技術労働者と低技術労働者の 2 種類の異質な労働者が経済に存在する場合，生産関数が凹関数の場合には同質の企業のみしか成立しないものの（**図** 4 参照），生産関数が凹関数でない場合，異質な企業が成立する可能性があり，実際，(2)式のように生産関数を特定化すれば，異質な企業が成立することを示した（**図** 6，**図** 7 参照）．(2)式で表される生産関数の性質を考察してみると，高技術労働者の投入量に関しては，投入量が小さなうちは収穫逓増領域であり，投入量が大きくなると収穫逓減領域となっている．一方，低技術労働者の投入量に関しては，収穫逓減となっている．これは，ケーススタディ 1 で分析したように，産業によってはきわめて自然な性質である．

つまり，労働者の生産能力の差異を仮定すれば，特殊な生産関数を考えることなくごく一般的な生産関数の性質を与えることにより，唯一の生産関数の下で異質な企業が成立することが十分にあり得るということができる．なお，本分析は完全競争を仮定したものの，より一般的に，企業の費用最小化行動を考えることによっても，異質な企業が成立し得ることを示すことができる（付録参照）．

3.　異質な企業の立地メカニズムおよび企業の立地が都市の厚生に与える影響

本章は，非凹の領域を含む生産関数によって異質な企業が存在する場合，それらの企業がどのように立地するのかを分析する．それを受けて，異質な企業の立地によって，都市の厚生（均衡価格）がどのように変化するかを分析する．

3.1　立地モデルの構築

本研究は，異質な企業が存在する場合の立地メカニズムの分析および都市の厚生分析が目的である．したがって，その本質を失わない程度に極力モデルを単純化する．

線形都市および消費者

長さが 1 の線形都市を考える．線形都市上には消費者が分布しており，その分布は与件とする．さらに，消費者の移動はないものとする．また，それぞれの消費者は x 財の消費に関して無差別であるとする．簡略化のために，各消費者は価格によらず x 財を 1 単位消費するものとする．ただし，留保価格が存在し，その留保価格を d とする．**図** 8 に各消費者の需要関数を示す．

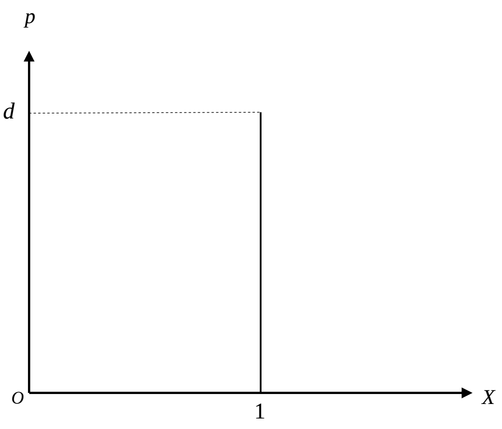

図 8　**消費者の需要関数**

また，線形都市上の地点 l （$0 \le l \le 1$）における人口密度を N_l とする．$l=0$ を都心とし（人口密度が最大），l が大きくなるにつれて人口密度が減少すると仮定する（$\partial N_l / \partial l < 0$）．

2 種類の労働者

実際の経済には，多種多様の労働者が存在し，それぞれの適性および生産能力は異なる．本モデルでは，簡単化のためにある 1 種類の x 財のみを考える．x 財を生産する企業の直面する労働市場には，高技術労働者（労働者 h ）および低技術労働者（労働者 l ）の 2 種類が input として存在するものとする．また，x 財の需要規模は十分に小さく，x 財を生産する企業に従事する労働者の割合は非常に小さいために，その賃金率は与件であるとする．さらに，労働者の通勤費用はゼロとする．したがって，input としての労働者は，対象とする線形都市に居住していると考えてもよいし，都市の外部から投入されると考えても差し支えない．

2 種類の企業

対象とする x 財の生産において，その生産関数が唯一であっても非凹な部分を持つ場合，異質な企業が成立し得ることを前章において示した．本モデルでは，簡単化のために，非凹な部分を持つ生産関数のために 2 種類の企業が存在するとする．これは，唯一の生産関数の下で，企業の分化により 2 種類の企業が存在し，それぞれの生産技術が別々に表現されていると考えてもよいし，異なる 2 種類の生産関数が存在すると考えてもよい．さらに簡略化のために，2 種類の企業のうち，一つは労働者 h のみを雇う企業（企業 h ）であり，もう一つは労働者 l のみを雇う企業（企業 l ）であるとする．

企業の生産関数の特定化に際して，本モデルは解析的分析のために，(a) 前章**図** 1 に示すような収穫逓減の生産関数を(10.1)式のように，(b) 前章**図** 2 に示すような収穫逓増領域（投入量が小さい場合）および収穫逓減領域（投入量が大きい場合）を持つような生産関数を(10.2)式のように，それぞれ線形近似する．また，それぞれの近似前の関数および近似後の関数の概形を**図** 9，10 に示す．

ケース(a)

$$
\begin{aligned}
&X = 0 \quad (0 \le L < K/\alpha) \\
&X = \alpha L - K \quad (K/\alpha \le L < L_a) \\
&X = \alpha L_a - K \quad (L_a \le L)
\end{aligned}
\tag{10.1}
$$

ケース(b)

$$
\begin{aligned}
&X = 0 \quad (0 \le L < L_a) \\
&X = 0 \sim \alpha L_a - K \quad (L = L_a) \\
&X = \alpha L_a - K \quad (L_a < L)
\end{aligned}
\tag{10.2}
$$

ただし，X ：生産関数，L ：労働投入量，K ：固定費用，α ，L_a ：パラメータ

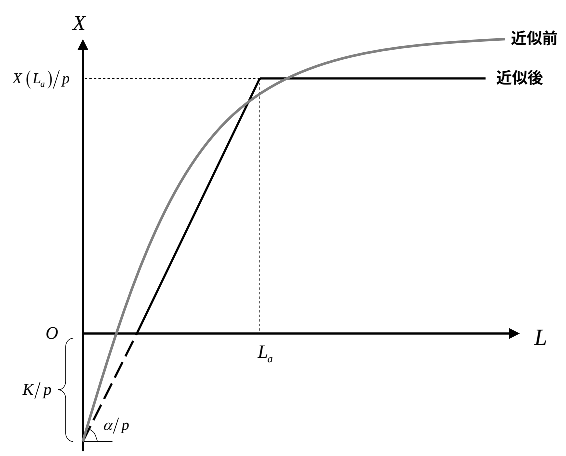

図 9　**生産関数の線形近似（ケース**(a)**）**

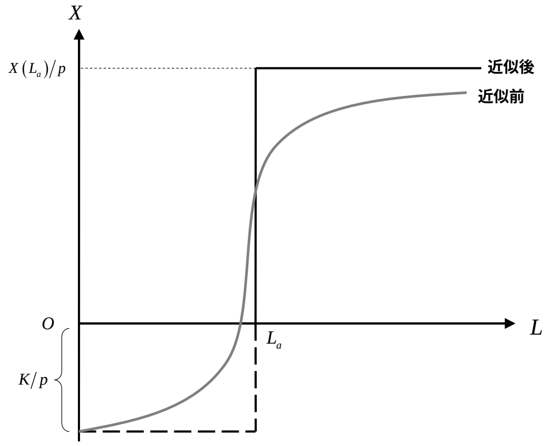

図 10　**生産関数の線形近似（ケース**(b)**）**

本モデルでは，2 章の分析に準じて，企業 h における労働者 h の投入に関しては，収穫逓増領域（投入量が小さい場合）および収穫逓減領域（投入量が大きい場合）を持つ生産関数，すなわちケース(b)を採用する．一方，企業 l における労働者 l の投入に関しては，収穫逓減の生産関数，すなわちケース(a)を採用する．それぞれの企業の（近似された）生産関数を以下に示す．

企業 h **：**

$$
\begin{aligned}
&X_h = 0 \quad (0 \le L_h < L_{ha}) \\
&X_h = 0 \sim \alpha_h L_{ha} - K_h \quad (L_h = L_{ha}) \qquad (11.1)\\
&X_h = \alpha_h L_{ha} - K_h \quad (L_{ha} < L_h)
\end{aligned}
$$

企業 l **：**

$$
\begin{aligned}
&X_l = 0 \quad (0 \le L_l < K_l/\alpha_l) \\
&X_l = \alpha_l L_l - K_l \quad (K_l/\alpha_l \le L_l < L_{la}) \qquad (11.2)\\
&X_l = \alpha_l L_{la} - K_l \quad (L_{la} \le L_l)
\end{aligned}
$$

ただし，h，l；企業 h，l および労働者 h，l を表す添え字

(11.1), (11.2)式に示される生産関数の形状をそれぞれ**図** 11，12 に示す．ただし，図中の w は労働者の賃金率を表す．

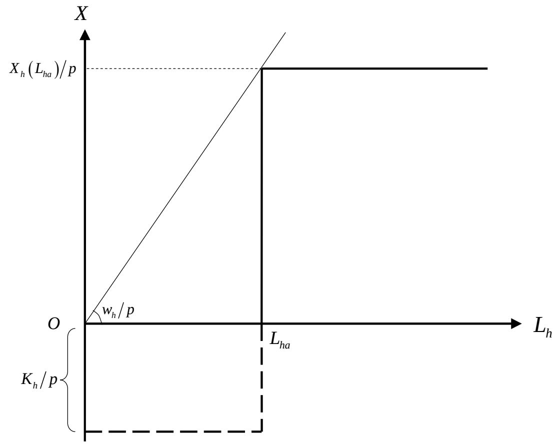

図 11　**企業** h **の生産関数の形状** (11.1)

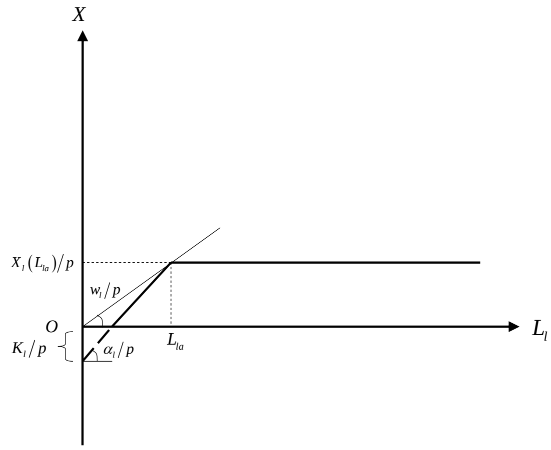

図 12　**企業** l **の生産関数の形状** (11.2)

(11.1)，(11.2)式を変形すれば，生産領域における企業 h，l の費用関数 C，限界費用関数 MC，および平均費用関数 AC は以下のように表される．

企業 h **：**

$$
C_h = w_h L_{ha}, \quad MC_h = 0, \quad AC_h = \frac{w_h L_{ha}}{X_h} \qquad (12.1)
$$

企業 l **：**

$$
C_l = \frac{w_l}{\alpha_l} X_l + \frac{w_l}{\alpha_l} K_l, \quad MC_l = \frac{w_l}{\alpha_l}, \quad AC_l = \frac{w_l}{\alpha_l}\left(1 + \frac{K_l}{X_l}\right) \qquad (12.2)
$$

ここで, 生産関数のパラメータおよび賃金率に関して仮定を設ける．まず限界費用に関しては，$MC_h < MC_l$ とする（これは(12.1), (12.2)式よりパラメータの値によらず満たされる）．平均費用に関しては，生産量が

小さい領域では $AC_h > AC_l$， 生産量が大きい領域では $AC_h < AC_l$ とする．以上の仮定を満たす限界費用関数，平均費用関数の形状を**図** 13 に示す．

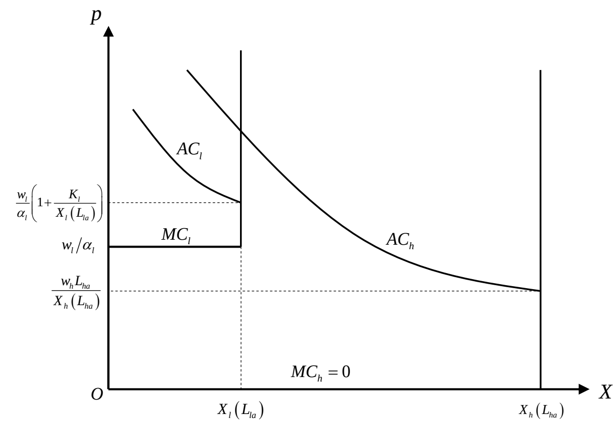

図 13　**限界費用関数・平均費用関数**

すなわち，生産量を小さくする場合，ある企業家は企業 l として操業した方が平均費用を小さくすることができ，効率的に生産できる一方，生産量を大きくする場合，企業 h として操業したほうが平均費用を小さくすることができ，効率的に生産できることを表している．

輸送費用

線形都市が等間隔に分割され，同一区間（商圏）内は x 財の輸送費用がかからないものとする．他方，他の商圏への輸送は，輸送が不可能なほどに輸送費用が大きいとする．すなわち，他の商圏への輸送は行われないと仮定する．本モデルにおいては，輸送費用が小さくなるということは，都市の分割数が減り，各商圏の長さが大きくなることによって代替する．輸送費用を t とすると，**図** 14 に示すように，$t=0$ のとき都市は一つの商圏となり都市内の輸送費用はゼロになる．一方，t が大きくなるにつれて都市の分割数が増えていき，各商圏の長さは短くなり，商圏の数が増えていく（$t = 0,1,2,\cdots$）．

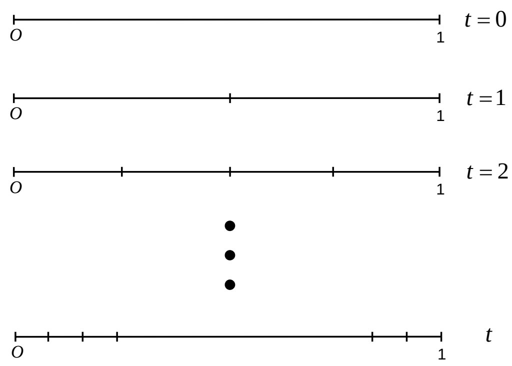

図 14　**財の輸送費用**

輸送費用が t のとき，都市は 2^t 個の商圏に分割される．$l=0$ 側から数えて n 番目の商圏の長さを s_n とすると，s_n は以下のように表される$\left(n=1,2,\cdots,2^t\right)$．

$$s_1 = s_2 = \cdots = s_n = \cdots = s_{2t} = s^t = \left(\frac{1}{2}\right)^t \tag{13}$$

さらに，n 番目の商圏の x 財に対する総需要 D_n^t は以下のように表される．

$$\begin{aligned} &D_n^t = \int_{(n-1)s^t}^{ns^t} N_l dl \qquad (p \le d) \\ &D_n^t = 0 \quad (p > d) \end{aligned} \tag{14}$$

市場の競争形態

企業家は各市場に自由に参入可能であるとする．完全競争を仮定すれば，x 財の価格 p が，$p = MC = AC$ となる点で各企業の供給が行われる．このとき，企業 h，l の供給関数を**図** 15 に示す．ただし**図** 15 において，$\frac{w_h L_{ha}}{X_h\left(L_{ha}\right)} = AC_{h\min}$，$\frac{w_l}{\alpha_l}\left(1+\frac{K_l}{X_l\left(L_{la}\right)}\right) = AC_{l\min}$ としている．

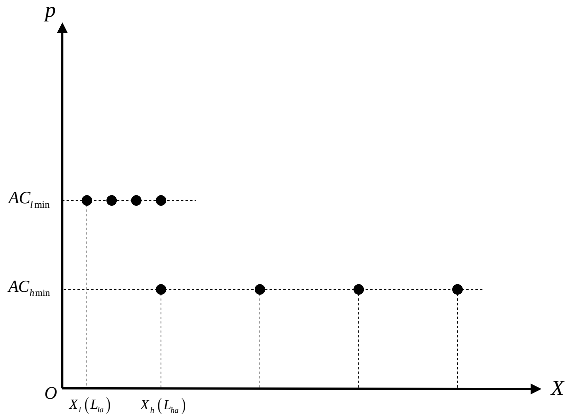

図 15　**供給関数**

一方，財の価格が $MC = AC$ 以上でも，各企業は $p = AC$ となる生産量で財を供給可能である（ただし，利潤はゼロ）ため，財が供給されると仮定する．ただしこのとき, 各企業は費用逓減領域で生産を行うため, 企業 h は価格が $MC_h = AC_h$ より高ければ，販売量が $X_h(L_{ha})$ 未満であっても，財を余分に生産して AC_h を下げることにより利潤をあげる可能性がある. 本モデルはこの可能性を除外するため, 財の在庫費用が非常に大きいとし, 企業は財を余らすことができないと仮定する．さらに，企業 l の生産量は企業 h に比べて非常に小さいと仮定し，今後は企業 l の整数問題は無視できるとする. 企業 h のみについて整数問題を考える.

以上の仮定より, 供給関数は以下のようになる．ただし，**図** 16 は $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が大きい場合を，**図** 17 は $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が小さい場合をそれぞれ表している．

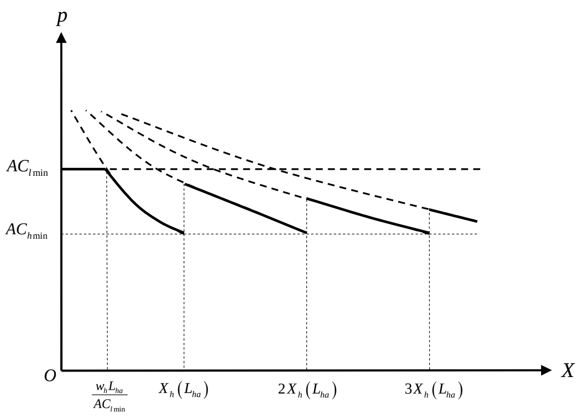

図 16　**供給関数（** $AC_{h\min}$ **と** $AC_{l\min}$ **の差が大きい場合）**

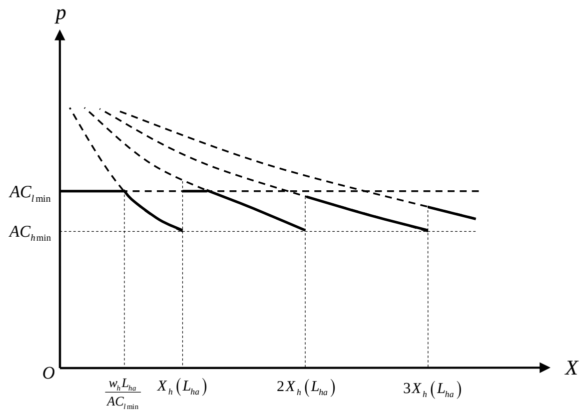

図 17　**供給関数（** $AC_{h\min}$ **と** $AC_{l\min}$ **の差が小さい場合）**

図 16，17 において，水平の破線が企業 l の供給関数であり，右下がりの破線が企業 h の供給関数である．ただし企業 h の生産関数については，左から企業 h が 1 社の場合，2 社の場合，3 社の場合，4 社の場合について描かれている．一方，この商圏における供給関数は，企業の自由参入の仮定により，価格の最も小さい点で決まる．その点を結んだのが**図** 16，17 の実線である．$AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が十分に大きい場合，企業 l の供給関数が商圏の供給関数となる範囲が，供給が十分に小さいときのみとなる（**図** 16）それに対して，$AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が小さい場合, 企業 h が 1 社の場合と 2 社の場合の供給関数の間において，企業 l の供給関数が商圏の供給関数となる（**図** 17）．さらに小さければ, 企業 h が 2 社の場合と 3 社の場合の供給関数の間において，企業 l の供給関数が商圏の供給関数となる．

3.2　商圏 n における企業の立地と均衡価格の変化

前節のモデルをもとに, 商圏 n における企業の立地を考察する．商圏 n における供給関数は**図** 16，17 に示す通りである．需要関数は(14)式によって表され，この大小により均衡解がそれぞれ異なる．

$AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が十分に大きいとき, 商圏 n の需要関数と供給関数および均衡点の関係は**図** 18 のようになる．

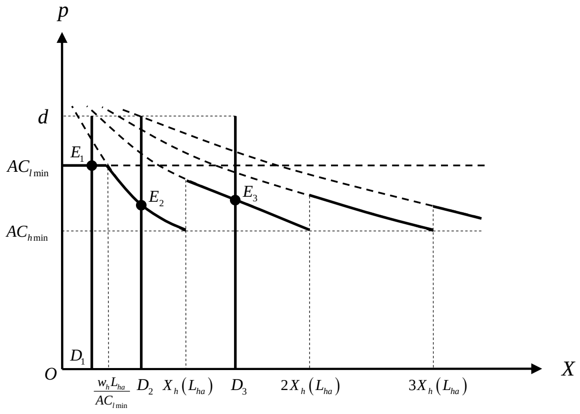

図 18　**需要の変化による均衡点の変化**
（ $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が大きい場合）

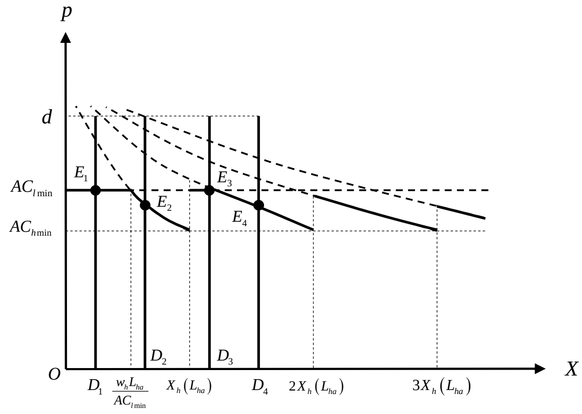

図 19　**需要の変化による均衡点の変化**
（ $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が小さい場合）

図 18 において, 需要が小さい場合（ D_1), 均衡点は E_1 となる．これは，需要が小さいために，企業 h が参入できない（参入すると平均費用が企業 l の平均費用より高くなってしまう）場合に対応している．需要がある程度大きい場合（ D_2 ），均衡点は E_2 となる．これは企業 h 1 社が供給を行う場合に対応している．さらに需要が大きくなると（ D_3 ），均衡点は E_3 となる．すなわち企業 h がもう一社参入するのに足りる需要規模であり，企業 h 2 社が供給を行うことになる．さらに需要が大きくなれば, 企業 h の参入が続くことになる．このとき，企業 h は常に $p = AC_h$ で生産を行うため，利潤はゼロである．一方均衡価格は，企業 h の数が離散的に変化するために，**図** 18 に示すように，新たに企業が 1 社参入するたびに供給曲線が上方にシフトするため, 交通施設整備等により需要が増加して企業 h が参入しても, 結果的に均衡価格が上がることもあり得る．

$AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が小さいとき, 商圏 n の需要関数と供給関数および均衡点の関係は**図** 19 のようになる．

図 19 において, 需要が小さい場合（ D_1), 均衡点は E_1 となる．これは，需要が小さいために，企業 h が参入できない（参入すると平均費用が企業 l の平均費用より高くなってしまう）場合に対応している．需要がある程度大きい場合（ D_2 ），均衡点は E_2 となる．これは企業 h 1 社が供給を行う場合に対応している．さらに需要が大きくなると（ D_3 ），均衡点は E_3 となる．これは，**図** 18 の場合とは異なり，企業 h がもう 1 社参入するのには不十分な需要規模であるため，企業 h 1 社および企業 l が供給を行うことになる．このとき，均衡価格 p は $p = AC_l > AC_h$ となり，企業 h に利潤が発生することになる. さらに需要が大きくなれば（ D_4 ），企業 h の参入により均衡点は E_4 となり, 均衡価格 p は $p = AC_h$ となるため利潤はゼロとなる．一方均衡価格は，**図** 18 の場合同様，企業 h の数が離散的に変化するために, 新たに企業が 1 社参入することによって供給曲線が上方にシフトするため, 結果的に均衡価格が上がることもあり得る．

企業 h と企業 l が一つの商圏 n において同時に操業可能な需要規模が存在するとき（**図** 19 E_3 点のような場合），同時に操業可能な企業 h の数 k の最大値は, $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差の大きさによって決まる. 企業 h が k 社参入した場合の企業 h の供給関数 $S_h^k(X_h)$ は以下のように表される．

$$S_h^k(X_h) = \frac{kw_h L_{ha}}{X_h} \tag{15}$$

企業 h と企業 l が同時に操業する需要規模が存在するという条件の下で，最大参入可能な企業 h の数 k は，以下の条件を満たす.

$$S_h^{k+2}\left((k+1)X_h\left(L_{ha}\right)\right) < AC_{l\min} < S_h^{k+1}\left(kX_h\left(L_{ha}\right)\right) \qquad (16)$$

(16)式に示す条件を**図** 20 に示す.

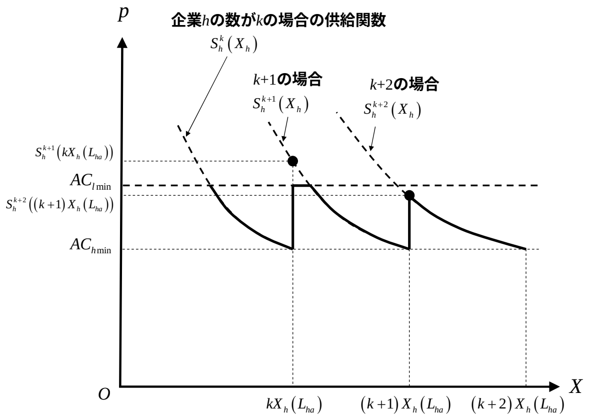

図 20　**最大参入可能な企業 h の数 k の満たす条件**

$S_h^{k+1}\left(kX_h\left(L_{ha}\right)\right)$ は k に関して単調減少であるため，$AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が小さいほど k が大きくなることが分かる.

3.3　都市空間への拡張

前節の各商圏 n における分析を線形都市に拡張する．輸送費用が t のとき，$l=0$ 側から数えて n 番目の商圏の x 財に対する需要 D_n^t は以下のように表される.

$$D_n^t = \int_{(n-1)s^t}^{ns^t} N_l dl \qquad (p \le d)$$
$$D_n^t = 0 \quad (p > d) \qquad (14，再掲)$$

l が大きくなるにつれて人口密度が減少する（$\partial N_l / \partial l < 0$）仮定しているため，各商圏における総需要の大きさは，$D_1^t > D_2^t > \cdots > D_{2^t}^t$ となる．このとき，1) $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が大きい場合（**図** 16 に対応），2) $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が小さい場合（**図** 17 に対応）の 2 つをケーススタディとして，企業 h および企業 l の立地を考察する.

1) $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が大きい場合（図 16 に対応）

輸送費用が十分に大きく，D_1^t が小さい（企業 h が立地不可能なほど小さい）場合，全ての商圏において企業 l のみが立地する，すなわち線形都市上全てにおいて企業 l のみが立地することになる．逆に，輸送費用が十分に小さく，$D_{2^t}^t$ が大きい（企業 h が立地可能なほど大きい）場合，全ての商圏において企業 h が立地する，すなわち線形都市上全てにおいて企業 h のみが立地することになる．輸送費用が中程度の場合，$D_n^t > \dfrac{w_h L_{ha}}{AC_{l\min}} > D_{n+1}^t$ となる商圏 n まで企業 h のみが立地し，商圏 $n+1$ から商圏 2^t まで企業 l のみが立地する（**図** 21 参照).

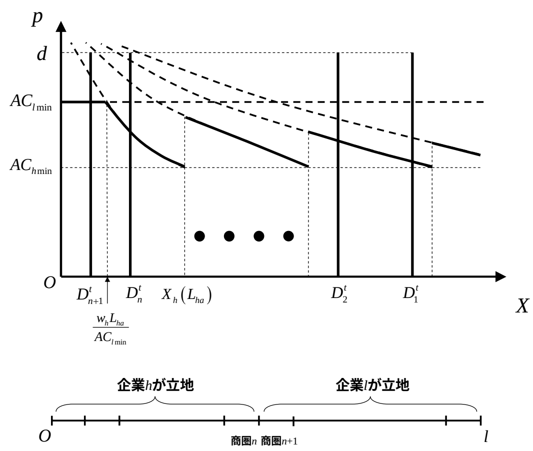

図 21　**企業 h と企業 l の立地**
（$AC_{h\min}$ **と** $AC_{l\min}$ **の差が大きい場合**）

つまり，需要規模の大きい都心部（$l=0$）の商圏 1 から企業 h が立地し，ある程度まで需要のある商圏 n までは企業 h が立地する一方，それより郊外部には企業 l が立地することになる．均衡価格は，商圏 n より郊外部においては $AC_{l\min}$ である一方，商圏 1 から商圏 n までは $AC_{h\min} \le p < AC_{l\min}$ の範囲で決まり，必ずしも都心部に近い商圏の均衡価格が小さくなるとはいえない.

2) $AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が小さい場合（図 17 に対応）

輸送費用が十分に大きく，D_1^t が小さい（企業 h が立地不可能なほど小さい）場合，全ての商圏において企業 l のみが立地する，すなわち線形都市上全てにおいて企業 l のみが立地することになる．これは 1)と共通する性質である．一方，輸送費用が小さい場合，各商圏の需要に応じて様々な立地パターンが考えられる．**図** 22 にその一例を示す．

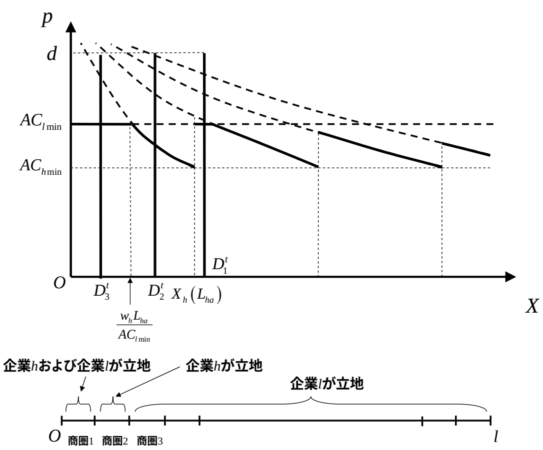

図 22　企業 h と企業 l の立地
（$AC_{h\min}$ と $AC_{l\min}$ の差が小さい場合）

商圏 1，2，3 の総需要 D_1^t，D_2^t，D_3^t がそれぞれ**図** 22 に示すような大きさであるとき, 商圏 1 においては企業 h と企業 l が，商圏 2 においては企業 h のみが，商圏 3 以降においては企業 l のみがそれぞれ立地する．均衡価格は, 商圏 1 および商圏 3～商圏 2^t においては p_l である一方，商圏 2 においては $AC_{h\min} \le p < AC_{l\min}$ となっており，都心部（商圏 1）より均衡価格が小さくなっている．

3.4　労働者 h の雇用が限られている場合

実際経済における労働者の雇用を考えてみると, 高技術労働者(労働者 h）の数は少なく，いつでも雇用可能な状況にはないのが一般的である．他方，低技術労働者（労働者 l）に関しては，数が高技術労働者に比べて多く, ある程度産業間で代替可能であることもあり, 雇用に苦慮するといったことはあまり考えられない．そこで本モデルにおいて，労働者 h の投入量が対象とする線形都市において限られている場合, 企業の立地行動がどのように変化するかを考察する．

本モデルにおいては, 企業 h の最適労働投入量は一定（L_{ha}）である．したがって，労働者 h の投入量が限られている場合, 対象とする線形都市に立地可能な企業 h の数が限られることになる. 最大立地可能な企業 h の数を k_h とする.

ケーススタディとして，ある輸送費用 t において，**図** 23 に示すように企業が立地していた場合を考える.

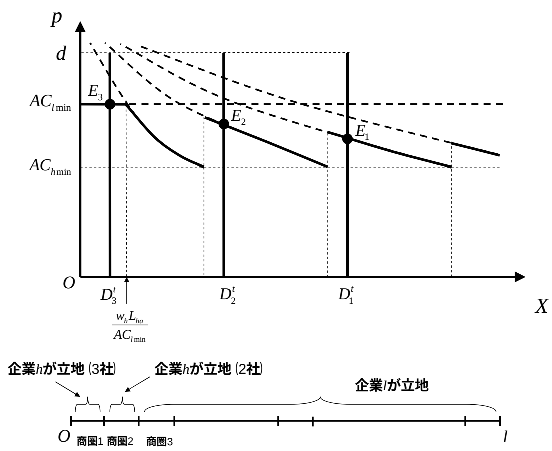

図 23　輸送費用 t における企業の立地（例）

図 23 において, 商圏 1, 2, 3 の均衡点はそれぞれ E_1，E_2，E_3 となる．商圏 1 には 3 社の企業 h が立地，商圏 2 には 2 社の企業 h が立地, 商圏 3～ 2^t には企業 l が立地している. ここで, 企業 h は計 5 社立地しており，これ以上立地できないものとする（$k_h = 5$）．その上で，**図** 23 の状態から輸送費用が $t'(<t)$ に変化し，各商圏の需要が**図** 24 のように変化するとする.

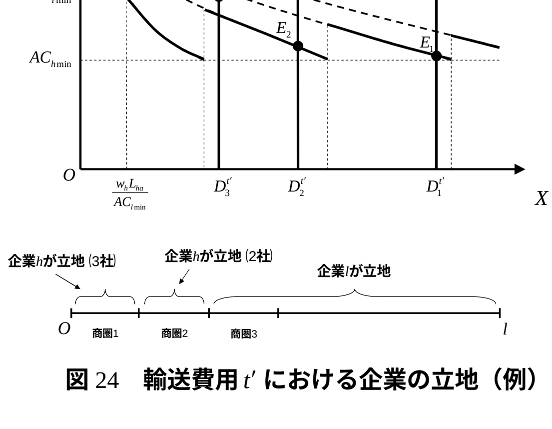

図 24　輸送費用 t' における企業の立地（例）

図 24 において，交通費用の低下により，商圏 3 の需要が企業 h が参入可能なほど大きくなったものの, 都市に立地可能な企業 h の数に限りがあるために, 企業 h は立地しない．したがって，商圏 3 には企業 l のみが立地することになる．しかしながら**図** 24 に示す企業の立地においては, 全ての企業 h の利潤がゼロとなっているものの, 仮に 1 社の企業 h が商圏 3 に立地すれば利潤を得ることできる．したがって，企業 h の rent-seeking による立地行動を考えれば，**図** 24 に示す立地均衡は安定ではない．すなわち，商圏 1 または 2 に立地している企業 h が, 利潤を求めて商圏 3 へ移動することになる．仮に商圏 1 の企業 h 1 社が商圏 3 へ移転した場合，立地均衡は**図** 25 のようになる．

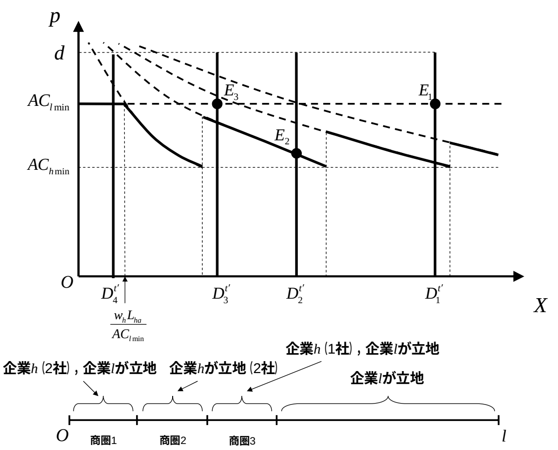

図 25　企業 h の rent-seeking による立地の変化

図 25 において，交通費用の低下により，商圏 1 の企業 h のうち 1 社が商圏 3 へ移動し，その結果，商圏 1 には企業 h 2 社および企業 l，商圏 2 には企業 h 2 社, 商圏 3 には企業 h 1 社および企業 l，商圏 4～$2^{t'}$ には企業 l がそれぞれ立地することになる．つまり，都心部の企業 h は利潤を得るために（rent-seeking），郊外部の商圏に移動する行動を表している．

一方都市の厚生に関しては, 交通費用の変化により, 各商圏の需要が変化するため，均衡価格も変化する．さらに，企業 h の rent-seeking による立地変化に伴い各商圏の供給関数も変化するため, 一概に交通費用と均衡価格の関係は得られない．仮に，**図** 23 の状態から，交通施設整備により，輸送費用が最小（$t=0$），すなわち線形都市がそのまま一つの商圏へと変化した場合, 線形都市上には企業 h 5 社と企業 l が立地し, 均衡価格は p_l となる．このとき，全ての企業 h は利潤ゼロから交通施設整備により最大の利潤を得る一方, 消費者は交通施設整備により x 財市場における消費者余剰が整備前より小さくなり, 整備後の消費者余剰は最小となってしまう．

3.5　数値シミュレーション

3.4 節において，立地に関して様々なケースが示された．本節では, 数値シミュレーションによりその一例を示す．

線形都市の人口分布の設定

線形都市上の地点 l （$0 \le l \le 1$）における人口密度を N_l とする．$l=0$ を都心とし（人口密度が最大），l が大きくなるにつれて人口密度が減少すると仮定する（$\partial N_l / \partial l < 0$）. $l = 1/2$ における人口密度を $N_{1/2}$ とし，l が大きくなるにつれて線形に人口密度が減少すると仮定すれば, 人口密度 N_l は以下のように表される．

$$N_l = N_{1/2} + \frac{1}{2}\beta - \beta l \qquad (17)$$

ただし，β ：パラメータ（$0 \le \beta \le 2N_{1/2}$）

このとき，線形都市の総人口は $N_{1/2}$ となる．**図** 26 に示すように，$\beta = 2N_{1/2}$ は $l=1$ における人口が 0（人口密度の変化が最大）の場合を表し，$\beta = 0$ は人口分布が均一の場合を表す．

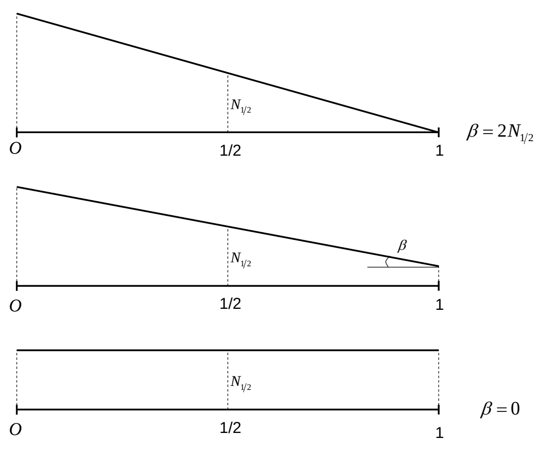

図 26　消費者の人口密度

輸送費用が t のとき，$l=0$ 側から数えて n 番目の商圏の x 財に対する総需要 D_n^t は以下のように表される．

$$D_n^t = \left(\frac{1}{2}\right)^t N_{1/2} + \left(\frac{1}{2}\right)^{t+1} \beta - (2n-1)\left(\frac{1}{2}\right)^{2t+1} \beta \qquad (18)$$

各パラメータの設定

生産関数に関するパラメータ，労働者 h，l の賃金率, および消費者の人口分布に関するパラメータをそれぞれ**表** 1 のように設定する．

表 1　**各パラメータの設定**

生産関数						賃金率		人口分布	
α_h	K_h	L_{ha}	α_l	K_l	L_{la}	w_h	w_l	$N_{1/2}$	β
5.0	10	9.0	2.0	2.0	2.0	100	60	300	600

また, 消費者の留保価格 d を $d=70$ とする. このとき, 供給関数の形状および消費者の人口密度はそれぞれ**図** 27，28 のようになる.

輸送費用の変化による企業の立地

(18)式より，表 1 に示す人口分布に関するパラメータおよび輸送費用の大きさによって，各商圏の需要 D_n^t が決定される． $\beta=600>0$ より，各商圏の需要の大きさは， $D_1^t > D_2^t > \cdots > D_n^t > \cdots > D_{2^t}^t$ となる．輸送費用が $t=0$ から $t=6$ における商圏の需要を**表** 2 に示す．

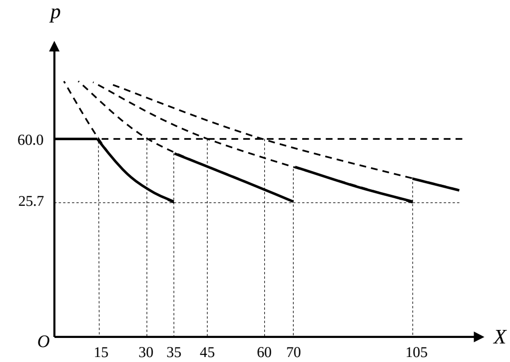

図 27　**供給関数の形状**

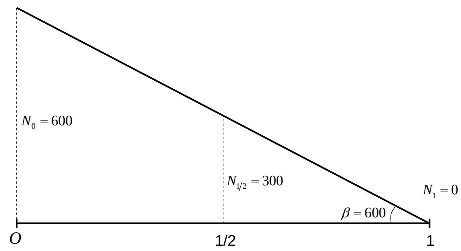

図 28　**人口密度**

表 2　**輸送費用に対応する各商圏の需要**

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	$\cdots$	D_{16}	$\cdots$	D_{32}	$\cdots$	D_{64}
$t=0$	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$t=1$	225	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$t=2$	131	93.8	56.3	18.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$t=3$	70.3	60.9	51.6	42.2	32.8	23.4	14.1	4.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$t=4$	36.3	34.0	31.6	29.3	27.0	24.6	22.3	19.9	17.6	15.2	14.9	$\cdots$	1.17	-	-	-	-
$t=5$	18.5	17.9	17.3	16.7	16.1	15.5	14.9	14.4	13.8	13.2	12.6	$\cdots$	9.67	$\cdots$	0.29	-	-
$t=6$	9.30	9.16	9.01	8.86	8.72	8.57	8.42	8.28	8.13	7.98	7.84	$\cdots$	7.10	$\cdots$	4.76	$\cdots$	0.07

$t=6$のとき，**表** 2 より$D_1^6=9.30$となる．**図** 25 より，企業hが立地可能な需要規模は 15 以上なので，どの商圏にも企業hは立地できない．したがって，輸送費用tが$t \geq 6$のとき，全ての商圏に企業lが立地する．一方，商圏 n の均衡価格を p_n とすると，$p_1=p_2=\cdots=p_{2^t}=60.0$となる．この状態を初期とし，交通施設整備により輸送費用を 1 段階ずつ下げていく場合，企業の立地，利潤，および均衡価格がどう変わるかを考察する．

1)　$t=5$のとき

交通施設整備により$t=5$となると，**表** 2 より，需要規模が 15 以上になる商圏は商圏 1（$D_1^5=18.5$）から商圏 6（$D_6^5=15.5$）である．したがって，商圏 1 から商圏 6 までは企業hがそれぞれ 1 社ずつ立地し(計 6 社)，商圏 7 から商圏 32 までは企業lが立地する．また，企業の利潤は全てゼロである．一方均衡価格を計算すれば，$p_1=48.8$，$p_2=50.4$，$p_3=52.1$，$p_4=53.9$，$p_5=55.9$，$p_6=58.0$，$p_7=p_8=\cdots=p_{32}=60.0$となる．さらに，対象の都市に企業$h$はこれ以上立地できないとする（$k_h=6$）．

2)　$t=4$のとき

さらなる交通施設整備により$t=4$となると，**表** 2 より$D_1^4=36.3>35$となり，商圏 1 には企業hが 2 社立地することが可能になる．したがって，$t=5$のときに当該商圏に立地していた企業h 2 社はそのまま立地可能である．一方，商圏 2 から商圏 10 の需要は 15 以上 35 未満となっているため，各商圏は企業hが 1 社立地可能な需要を持っている．したがって，$t=5$のとき商圏 3，4 に立地していた企業h 2 社のうちどちらか 1 社が新たな商圏 2 にそのまま立地する．同様に，商圏 5, 6 に立地していた企業h 2 社のうちどちらか 1 社が新たな商圏 3 にそのまま立地する．そして，残りの企業h 2 社は，新たな商圏 4 から商圏 10 のいずれかに移動する．本分析では，企業の微小な移動費用を導入することにより，各企業はより移動距離の短い商圏に移動するとする．このとき，残りの企業h 2 社は，商圏 4，5 にそれぞれ立地する．また，企業の利潤は全てゼロである．各市場の均衡価格を計算すれば，$p_1=49.5$，$p_2=26.5$，$p_3=28.4$，$p_4=30.7$，$p_5=33.4$，$p_6=p_7=\cdots=p_{16}=60.0$となる．

3)　$t=3$のとき

さらなる交通施設整備により$t=3$となると，表 2 より$D_1^3=70.3$となり，商圏 1 には企業hが 3 社立地することが可能になる．また，商圏 2，3，4 の需要は 35 以上 70 未満となっているため，商圏 2，3，4 には企業hが 2 社立地可能になる．企業の立地変更前は新たな商圏 1 には企業hが 3 社, 新たな商圏 2 には企業hが 2 社, 新たな商圏 3 には企業hが 1 社立地している．このとき，均衡価格はそれぞれ$p_1=38.4$，$p_2=29.5$，$p_3=p_4=\cdots=p_8=60.0$となり，商圏 1 および商圏 2 に立地している企業hの利潤はゼロである一方, 商圏 3 に立地している企業hには利潤が発生している．したがって，企業hの rent-seeking による移動が起こる．利潤ゼロに直面している商圏 1，2 の企業hは，商圏 3 へ移転すれば，既存の企業hとの競争により，利潤がゼロになる．一方，商圏 4 へ移転すれば，既存の企業hがないため，利潤をあげることができる．商圏 5，6 は需要が小さいために，移転しても利潤がゼロである．さらに，商圏 7，8 は，需要が非常に小さいため（<15），企業hは立地できない．したがって，商圏 1，2 に立地している企業hのうちいずれか 1 社が商圏 4 へ移転する．仮に商圏 1 の企業hが移転するとすれば，rent-seeking による立地変更の結果，商圏 1 には企業h 2 社および企業lが立地，商圏 2 には企業h 2 社が立地，商圏 3，4 には企業h 1 社および企業lが立地，商圏 5 から商圏 8 には企業lが立地する．企業の利潤は，商圏 1，3，4 に立地している企業hに発生し，商圏 2 に立地している企業hはゼロである．均衡価格はそれぞれ$p_1=60.0$，$p_2=29.5$，$p_3=p_4=\cdots=p_8=60.0$となる．

4)　$t=2$のとき

さらなる交通施設整備により$t=2$となると，表 2 より$D_1^2=131$，$D_2^2=93.8$，$D_3^2=56.3$となり，商圏 1 には企業hが 4 社, 商圏 2 には 3 社, 商圏 3 には 2 社, それぞれ立地することが可能になる．企業の立地変更前は新たな商圏 1 には企業hが 4 社, 新たな商圏 2 に

は企業 h が 2 社，新たな商圏 3，4 には企業 h が 0 社立地している．このとき，均衡価格はそれぞれ $p_1 = 27.4$，$p_2 = p_3 = p_4 = 60.0$ となり，商圏 1 に立地している企業 h の利潤はゼロである一方, 商圏 2 に立地している企業 h には利潤が発生している．したがって，企業 h の rent-seeking による移動が起こる．利潤ゼロに直面している商圏 1 の企業 h は, 商圏 2 へ移転すれば，既存の企業 h との競争により，利潤がゼロになる．一方，商圏 3 へ移転すれば，既存の企業 h がないため，利潤をあげることができる．商圏 4 へは，需要が小さいために移転しても利潤はゼロである．したがって, 商圏 1 に立地している企業 h のいずれか 1 社が商圏 3 へ移転する．その結果，商圏 1 には企業 h 3 社および企業 l が立地，商圏 2 には企業 h 2 社および企業 l が立地, 商圏 3 には企業 h 1 社および企業 l が立地，商圏 4 には企業 l が立地する．企業の利潤は，商圏 1，2，3 に立地している企業 h すべてに発生する．均衡価格は $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 60.0$ となる．

5)　$t = 1, 0$ のとき

さらなる交通施設整備により $t = 1$ となると，表 2 より $D_1^1 = 225$，$D_2^2 = 75$ となる．立地変更前は新たな商圏 1 には企業 h が 5 社，新たな商圏 2 には企業 h が 1 社立地している．このとき，均衡価格は $p_1 = p_2 = 60.0$ となり，すべての企業 h に利潤が発生している．したがって，企業 h は微小な移動費用の存在のために移転するインセンティブを持たない. その結果，商圏 1 には企業 h 5 社および企業 l が立地，商圏 2 には企業 h 1 社および企業 l が立地する．企業の利潤は企業 h すべてに発生し，均衡価格は $p_1 = p_2 = 60.0$ となる．

最終的に $t = 0$ となると（線形都市が一つの商圏となると），線形都市上に企業 h および企業 l が分布し，均衡価格は $p_1 = 60.0$ となる．

輸送費用の変化による均衡価格の変化

輸送費用が変化することによって, 企業の立地が変化し，その結果均衡価格も変化する．一例として，都心（$l = 0$）における均衡価格の変化を**図** 29 にプロットしてみる．

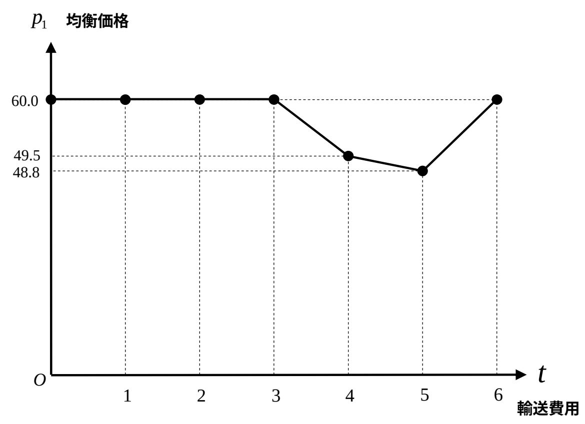

図 29　**都心（$l = 0$）における均衡価格の変化**

図 29 に示すように，都心に居住する消費者にとっては，交通費用 t が $t = 5$ のとき，最も均衡価格が低くなる．これは，$t = 6$ から $t = 5$ にかけては企業 h の参入により均衡価格が低下することを表している．$t = 5$ から $t = 4$ にかけては，総需要が小さい領域，すなわち企業 h の規模に関する収穫逓増領域で企業 h 2 社が参入し，それぞれの企業 h の生産量が小さくなり，結果として均衡価格が上昇することを表している．$t = 3$ 以下においては，企業 h の rent-seeking による立地変更により, 企業 h と企業 l が共に立地するために, 均衡価格が $p_l = 60.0$ となり, 企業 h が利潤を得ている状況となっている．

一方, 各交通費用における線形都市全体の消費者の消費者余剰 CS，企業 h の生産者余剰（利潤）SS，および総余剰（消費者余剰+生産者余剰）TS を計算すれば，**図** 30 のようになる．

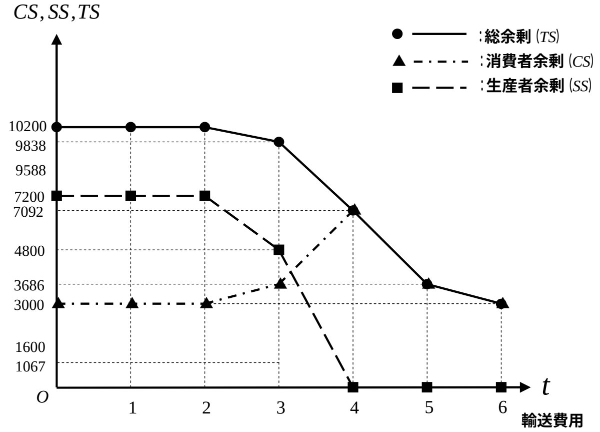

図 30　CS，SS，TS

図 30 より，消費者余剰の最大となる輸送費用は $t=4$ である．一方，生産者余剰および総余剰の最大となる輸送費用は $t=0,1,2$ である．

実際経済との比較

本モデルは，ある x 財を生産する企業 h，l の立地およびその均衡価格の変化を分析している．本節の数値シミュレーションにおいて，輸送費用が小さくなっていくと，都心部より企業 h が順次立地し，輸送費用が $t=3$ になると，企業 h の rent-seeking による移動が起こる．すなわち，都心部の企業 h が郊外の需要規模の大きい商圏に移転し，利潤を得ることになる．これは，大規模小売店舗の郊外化を表しているといえる．つまり，道路整備等によって郊外の商圏が大きくなったり，宅地開発等により郊外の需要そのものが大きくなったりすると，生産性の高い大規模小売店舗が進出し，郊外の既成の中小規模小売店舗と共存することによって利潤を得ることになる．一方，他の財（サービス）について検討してみると，教育サービスや医療サービス，コンサルタント業務等は，郊外部の需要が小さいために，都心部に企業 h が立地し，郊外部に企業 l が立地している．今後，高技術労働者の限界や，郊外部の需要の増加により，rent-seeking による郊外化が起こり得ることが予想される．

3.6 生産要素としての土地の導入

実際経済においては，企業は土地を消費するため，地代も企業の立地に影響を及ぼす．そこで，本モデルに企業の生産要素として土地を導入することにより，地代が企業の立地行動に及ぼす影響を分析する．

(11.1), (11.2)式に示される企業 h，l の生産関数に，生産要素としての固定的な土地面積 R_h，R_l を導入する．企業 h，l の生産関数をそれぞれ以下のように変更する．

企業 h **：**

$$\begin{aligned}&X_h=0 \quad (0\le L_h<L_{ha})\\&X_h=0\sim\alpha_h L_{ha}-K_h-r_nR_h \quad (L_h=L_{ha})\\&X_h=\alpha_h L_{ha}-K_h-r_nR_h \quad (L_{ha}<L_h)\end{aligned} \tag{19.1}$$

企業 l **：**

$$\begin{aligned}&X_l=0 \quad \left(0\le L_l<\left(K_l+r_nR_l\right)/\alpha_l\right)\\&X_l=\alpha_l L_l-K_l-r_nR_l \quad \left(\left(K_l+r_nR_l\right)/\alpha_l\le L_l<L_{la}\right)\\&X_l=\alpha_l L_{la}-K_l-r_nR_l \quad \left(L_{la}\le L_l\right)\end{aligned} \tag{19.2}$$

ただし，r_n ：立地する商圏 n の地代，R ：生産に必要な土地面積（固定）

(19.1)，(19.2)式を変形すれば，生産領域における企業 h，l の費用関数 C，限界費用関数 MC，および平均費用関数 AC はそれぞれ以下のように表される．

企業 h **：**

$$\begin{aligned}&C_h=w_hL_{ha},\quad MC_h=0,\\&AC_h=\frac{w_hL_{ha}}{X_h}+r_n\frac{R_h}{X_h}\end{aligned} \tag{20.1}$$

企業 l **：**

$$\begin{aligned}&C_l=\frac{w_l}{\alpha_l}\left(X_l+K_l+r_nR_l\right),\quad MC_l=\frac{w_l}{\alpha_l},\\&AC_l=\frac{w_l}{\alpha_l}\left(1+\frac{K_l}{X_l}\right)+r_n\frac{R_l}{X_l}\end{aligned} \tag{20.2}$$

ここで，生産要素として土地を導入する前と比較して，平均費用関数が企業 h，企業 l 共にそれぞれ $r_n\dfrac{R_h}{X_h}$，$r_n\dfrac{R_l}{X_l}$ だけ大きくなっている．したがって，3.2 節，3.3 節における各商圏の均衡価格は，企業 h，l の土地消費にかかる費用 $r_n\dfrac{R_h}{X_h}$，$r_n\dfrac{R_l}{X_l}$ 分だけ上昇する．

(12.1)，(12.2)式（土地を考慮しない場合），(20.1)，(20.2)式（土地を考慮する場合）より，企業 h と企業 l の平均費用関数の差分は，土地を考慮しない場合と考慮する場合，それぞれ以下のように表される．

土地を考慮しない場合

$$AC_l-AC_h=\frac{w_l}{\alpha_l}\left(1+\frac{K_l}{X_l}\right)-\frac{w_hL_{ha}}{X_h} \tag{21.1}$$

土地を考慮する場合

$$AC_l - AC_h = \frac{w_l}{\alpha_l}\left(1+\frac{K_l}{X_l}\right) - \frac{w_h L_{ha}}{X_h} + r_n\left(\frac{R_l}{X_l}-\frac{R_h}{X_h}\right) \qquad (21.2)$$

(21.1)，(21.2)式を比較すれば，企業の生産要素として土地を考慮した場合，平均費用関数の差分は，考慮しない場合の差分に $r_n\left(\frac{R_l}{X_l}-\frac{R_h}{X_h}\right)$ を加えたものである．ここで， R_h/X_h （ R_h/X_h ）は財の生産 1 単位当たりに必要とする土地面積を表す．したがって， $\frac{R_l}{X_l}>\frac{R_h}{X_h}$ のとき，企業 h は企業 l に比べて労働集約的であると考えることができる．一方 $\frac{R_l}{X_l}<\frac{R_h}{X_h}$ のとき，企業 h は企業 l に比べて土地集約的であると考えることができる．

一方 3.4 節で考察したように，労働者 h の数が限られており，企業 h が rent-seeking によって移動するとき，企業 h の利潤は $AC_l - AC_h$ と最適生産量の積で表される. 生産要素として土地を考慮しない場合, (21.1)式より，企業 h の利潤は商圏の地代 r_n によらない．しかしながら，生産要素として土地を考慮する場合，(21.2)式より，企業 h の利潤は商圏の地代 r_n によって異なる. 企業 h が土地集約型 ($\frac{R_l}{X_l}<\frac{R_h}{X_h}$) であるとき， $r_n\left(\frac{R_l}{X_l}-\frac{R_h}{X_h}\right)<0$ となる．したがって，rent-seeking によって地代 r_n がより小さい商圏に立地する方が, 得られる利潤が大きくなる．

一方, 企業 h が労働集約型 ($\frac{R_l}{X_l}>\frac{R_h}{X_h}$) であるとき， $r_n\left(\frac{R_l}{X_l}-\frac{R_h}{X_h}\right)>0$ となる．したがって，rent-seeking によって地代 r_n がより大きい商圏に立地する方が, 得られる利潤が大きくなる．

したがって，**図** 31 に示すように，仮に地代が都心部（ $l=0$ ）が最も高く，郊外部になるにつれて安くなっていくと仮定すれば， $\frac{R_l}{X_l}>\frac{R_h}{X_h}$ のとき，すべての企業 h が rent-seeking による移動によって利潤を得ている状態では, 企業 h は都心部から順次立地することになる．一方， $\frac{R_l}{X_l}<\frac{R_h}{X_h}$ のとき，すべての企業 h が rent-seeking による移動によって利潤を得ている状態では, 企業 h は利潤を得ることのできる最も郊外部より順次立地することになる．ただし**図** 31 において，対象とする線形都市に立地可能な企業 h の数を $k_h=2$ としている．

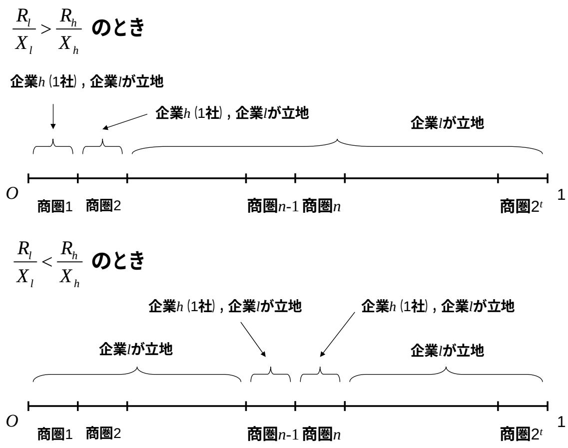

図 31　**輸送費用** t **における企業の立地（例）**

図 31 は，実際の経済において，企業 h が労働集約型である場合（企業の本社機能など)，rent-seeking によって都心部から立地していく一方, 企業 h が土地集約型である場合（大規模小売店など)，rent-seeking によってある程度の需要規模をもつ郊外部より立地することを表している．

4. **おわりに**

本研究は，企業の input として同質な労働者を考えた場合企業の分化は起こらないものの, 労働者を高技術労働者, 低技術労働者の 2 種類に分けることにより, 企業の生産関数の形状によっては企業の分化が起こり得ることを示した. その上で, 企業の分化が起こり, 仮に 2 つの異質な企業が成立可能である場合, それらの企業の立地メカニズムおよび企業の立地が都市の厚生に与える影響を分析した.

2 章において，企業の生産関数が高技術労働者，低技術労働者の投入量に関して非凹型であれば, 企業の分化が起こり得ることを示した．その一例として，高

技術労働者の労働投入量に関して, 投入量が小さい範囲では収穫逓増であり, 投入量が大きい範囲では収穫逓減となる生産関数を特定化し（(2)式）, 数値計算を行うことにより, 異質な企業が成立することを示した. (2)式で表される生産関数の性質は, 産業によってはきわめて自然な性質である. したがって, 労働者の生産能力の差異を仮定することのみにより, 実際経済において企業の分化が十分起こり得るということができる.

3 章において, 企業の分化が起こり, 仮に 2 つの異質な企業（企業 h, 企業 l）が成立可能である場合, それらの企業の立地メカニズムおよび企業の立地が都市の厚生に与える影響を分析した. 企業 h と企業 l の生産規模, 生産性の違いを考慮することにより, 需要規模の大きな商圏には生産規模の大きい企業 h が立地し, 需要規模の小さな商圏には生産規模の小さい企業 l が立地することにより, 均衡価格もそれぞれ異なることを示した. 一方, 高技術労働者の雇用が限られている場合, 企業 h の rent-seeking による立地により, 均衡価格が上昇し, 消費者余剰が減少することを示した. また, 生産要素として土地を考慮することにより, rent-seeking による立地行動が土地集約型と労働集約型の企業間で異なることが示された.

付録　企業の費用最小化行動の下での企業の分化

企業の生産関数を以下のように特定化する（ケーススタディ 2 と同様）.

$$F\left(L_h, L_l\right) = L_h + \sin\left(L_h + \pi\right) + L_l^{1/2} - 4 \;\left(0 \le L_h \le 2\pi\right) \quad (2)$$

(2)式から生産量が $F_1, F_2, F_3 \;\left(F_1 < F_2 < F_3\right)$ における等量曲線およびそれに対応する最小の等費用線を描けば, 図 **I** のようになる.

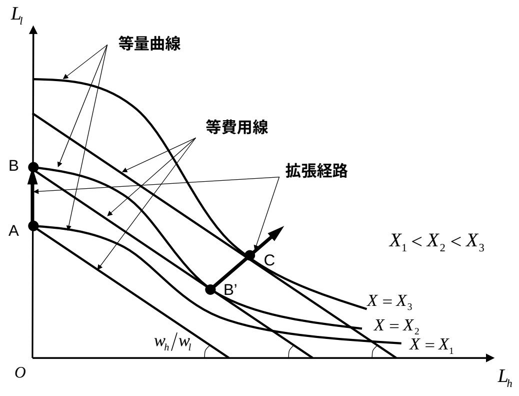

図 I　等量曲線および等費用線

等量曲線の形状より, 生産量が小さい場合（F_1）, 低技術労働者のみを投入する A 点が費用最小となる. 生産量が大きい場合（F_3）, 高技術労働者と低技術労働者の両方を投入する C 点が費用最小となる. 生産量が F_2 の場合, 低技術労働者のみを投入しても（B 点）, 高技術労働者と低技術労働者の両方を投入しても（B' 点）, どちらも費用最小となる. また, 拡張経路は, B 点から B' 点にかけて不連続となる. その結果, 費用関数および限界費用関数は**図 II** のようになる.

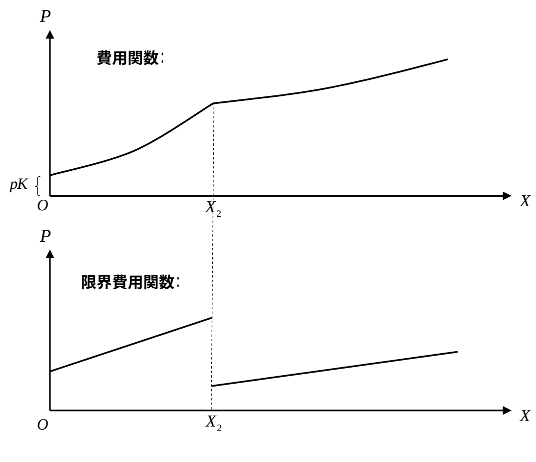

図 II　費用関数および限界費用関数

図 II に示すように, 限界費用曲線は生産量が $F = F_2$ において不連続となる. このとき, 企業はどちらの限界費用曲線に従って生産を行うかが選択可能となる. そのため, 企業の直面する需要の大きさに応じて, 生産量を多くする, すなわち高技術労働者と低技術労働者の両方を投入するか, もしくは生産量を少なくする,

すなわち低技術労働者のみを投入するかを選択する．その結果，需要に関して空間的な側面を考慮すれば，企業の直面する需要はそれぞれ異なってくるため，異質な企業が成立し得る．

参考文献

1) Aghion, P. and Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica* 60, 332-351.

2) Berliant, M. and Konishi, H. (2000). The endogenous formation of a city: population agglomeration and marketplaces in a location-specific production economy, *Regional Science and Urban Economics* 30, 289-324.

3) Berliant, M. and Wang, P. (1993). Endogenous formation of city without agglomerative externalities or market imperfections, *Regional Science and Urban Economics* 23, 121-144.

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*.

6) Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography, *Journal of Political Economy* 99, 483-499.

7) Lingens, J. (2003). The impact of a unionized labour market in a Schumpeterian growth model, *Labour Economics* 10, 91-104.

8) Martin, K. and Bertrand, M.K. (2001). A dynamic heterogeneous labour demand model for German manufacturing, *Applied Economics* 33, 339-348.

9) Michel, P., Perrot, A., and Thisse, J.-F. (1996). Interregional equilibrium with heterogeneous labor, *Journal of Population Economics* 9, 95-114.