

〈指定研究〉

「持続可能な地域に関する理論的・実証的研究：コンパクトシティ化と社会資本のアセットマネジメントによるアプローチ」

都市の成長と衰退の経済理論

西 垣 泰 幸*

1. はじめに

都市の経済活動に焦点を当て、都市における財の生産や需要・供給、労働者の雇用や資本流入、人口や住宅地域の成長などに関する研究は、主に都市経済学の分野において行われてきた。ここでは、主に都市経済学の分野における都市の成長と衰退に関する理論を取り上げ、その展望と展開について検討を行う。

都市の成長モデルには、主として都市の産業活動の成長に焦点を当てる「都市の生産（Urban Production）モデル」と、住宅や宅地の成長を扱う「都市の居住（Urban Residential）モデル」とがある（Miyao and Kanemoto, 1987）。都市の生産モデルにおいては、都市の経済をマクロ的にとらえ、人口や労働供給の増減、資本の蓄積や流出入、それによる都市所得の成長や衰退が分析の焦点となる。他方、都市の居住モデルにおいては、都市の空間的な要素や産業や住居の配置が分析の対象となり、産業や住居の配置、交通や土地の区分け、都市領域の拡大、縮小などが分析の焦点となる（Durauf and Blume, 2008）。

都市化（Urbanization）それ自体は、経済成長を通じて実現されることが多い。それは、人口や生産活動、所得の成長により示される経済活動の空間的配置が、集中、強化されることを言う。都市化の類型と経済や地理的な変数の変動の関係は、都市経済学の中心的課題であり、経済の生産性や経済成長は、都市の経済的役割と都市の規模との関係に重要な影響を与える（Bairoch, 1988）。

都市の人口増加や経済活動の集中化とそれによる都市経済の成長は、周辺農業地域から都市への人口流入や、都市における人口増加や経済成長によりおこる。それは都市と周辺地域との賃金格差や、都市における集中的生産活動における正の外部効果による規模の経済性などにより発生する（Miyao, 1981）。また、Krugman (1991) は、都市の産業集積による豊富な種類（Variety）の財を消費できることが、都市への人口流入を引き起こす要因となり、逆に、財の種類に対する都市の旺盛な需要が産業集積を進めることを指摘した。さらに、Fujita, Krugman and Venables (1999)、Henderson and Tisse (2004) においては、生産における収穫逓増現象を引き起こす様々な要因に関する研究が行われている。

都市の規模と都市の成長との関係について、Gabaix (1999) は、都市の成長はその規模に依存せず、都市の規模分布と都市の成長過程とが密接に関連していることを指摘し、都市規模と成長率が依存しない場合には都市規模は Pareto 分布になることを示した。この点は Eeckhout (2004) において一層研究

* 龍谷大学経済学部 教授

され、より小規模な都市を含めると都市規模の分布は Log-normal 分布になることを指摘している。

都市の成長理論の研究には、都市の内部構造とそれが都市の成長によりどのように変化するのかに焦点を当てる分野がある。そして、交通、移動コストや経済の産業構造、その他の技術進歩が都市の成長にどのような影響を与えるのかを検討している。Miyao (1987) は、交通コストの低減が、都市の人口と領域を拡大するとともに、産出をも成長させることを示した。Glaser and Gyourko (2005) は、産業用資本や住宅、都市基盤資本は耐久財であり、新規の建設には時間がかかるため、都市規模の調整や都市の産業特化には一定の時間がかかることを指摘した。また、Lucas and Rossi-Hansberg (2002) は、交通コストのさらなる低減により、居住地域の選択は職場の場所とは無関係になり、都市の生産地域における集積と生産性を高めるとともに周辺居住地域の住宅コストを低下させる。そして、複数の産業センターの立地や都市の郊外化を進めることを示した。

以下では、まず、第2節において、都市の生産と人口成長における代表的な理論を取り上げ、検討を進める。都市経済成長の基本モデルに加えて、集積の経済効果が存在する場合、生産的公共サービスが存在する内生的経済成長の場合、混雑現象に伴う外部不経済が存在する場合について検討する。続いて第3節においては、空間的要素を含め、時間と空間に関する都市成長理論を検討する。都市産業と人口の空間的配置と成長を扱う基本モデルと、産業立地、住宅立地と人口の成長を扱う都市成長モデル、および、都市交通基盤の投資による交通コストの低減が産業、住宅立地、人口および都市域の成長に与える効果を検討する。最後に第4節では、結論と今後の展開が示される。

2. 都市の人口と産業の成長理論：空間的要素を考慮しない場合

都市産業の成長を扱う理論は、伝統的に、需要主導型モデルと供給主導型モデルとに分類される。前者は、都市産業に対する需要の外生的な成長が原動力となって都市が成長するというものであり、都市の移出型産業の成長が都市成長をけん引するという設定になっている。他方後者は、通常の経済成長理論と同様に、都市における生産要素の供給が生産量や所得を決定する基本的要因であると想定するものである。そして、資本や労働が都市内で成長、増加したり、あるいは都市外から流入することにより生産要素が増加し、都市の生産も増大する。この場合には、都市の生産に伴う需要は同時に成長してゆくと想定されており、その意味でも経済成長理論の展開に近いものと考えられる。

以下では、典型的な都市経済成長モデルを展開し、都市の資本や労働人口の動向を検討する。

2.1 都市の成長モデル

経済成長モデルを基本的に想定する都市の成長モデルには、空間的産業立地等を考慮しないものと、産業の立地を明示的に考慮し、資本、労働などの生産要素や産業の成長に加えて都市の辺境の動向についても検討するものがある。以下ではそれらを漸次見てゆく。

まず、空間的な土地利用を検討しない都市経済成長モデルについては、Smith (1974, 75)、Rabenau (1979)、Carlberg (1981)、Miyao (1981, 87) などにおいて、以下に示すように典型的な新古典派の都市成長モデルを展開している¹⁾。まず、都市の生産量 Y が資本 K と労働 N に依存し、以下のようなコブ = ダグラス型生産関数により示されると仮定する。

$$Y = AK^\alpha N^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

資本の長期的な変化率 $dK/dt = \dot{K}$ は、都市内の貯蓄 sY と都市外からの資本流入により増加すると仮

定する。都市外からの資本流入は、資本収益率の都市間格差と都市内の資本ストックに依存し、 $v(r-\bar{r})K$ と示される。

$$dK/dt \equiv \dot{K} = sY + v(r-\bar{r})K, \quad s, v > 0 \quad (2)$$

ここで、 r は都市内の収益率を示し、これは資本の限界収益率に等しい。 $\bar{r}$ は他の都市や国内の資本収益率で、一定と仮定する。 s, v はそれぞれ貯蓄率と資本移動に関するパラメーターで一定と仮定する。

労働供給の時間に対する変化率 $dN/dt = \dot{N}$ は、都市内での人口成長率 n と都市外からの人口流入 $m(w-\bar{w})N$ により示される。と考える。

$$dN/dt \equiv \dot{N} = nN + m(w-\bar{w})N, \quad n \leq 0, m > 0 \quad (3)$$

ここで、 w は都市内の賃金率を示し、これは労働の限界収益率に等しい。 $\bar{w}$ は他の都市や国内の賃金率で、一定と仮定する。 n, m はそれぞれ人口成長率と労働移動に関するパラメーターで一定と仮定する。

このモデルは以上の3本の方程式で記述される。このモデルの成長経路を検討するために資本と労働の成長率を $\hat{K} \equiv \frac{dK}{dt}/K$, $\hat{N} \equiv \frac{dN}{dt}/N$ と定義すれば、(1)式から(3)式を統合して、次のような動学方程式を得る。

$$\hat{K} = sA(K/N)^{\alpha-1} + v[\alpha A(K/N)^{\alpha-1} - \bar{r}] \quad (4)$$

$$\hat{N} = n + m[(1-\alpha)A(K/N)^{\alpha} - \bar{w}] \quad (5)$$

図1は、動学方程式(4)式と(5)式を描いたものである。横軸には資本労働比率(K/N)、縦軸には資本と労働に関する時間変化率($\hat{K}, \hat{N}$)をとっている。(4)式において K/N のべき項は負となっているので、 $\hat{K}$ 線は右下がりで下方に凸となり、逆に、(5)において K/N のべき項は正で1以下であるので、

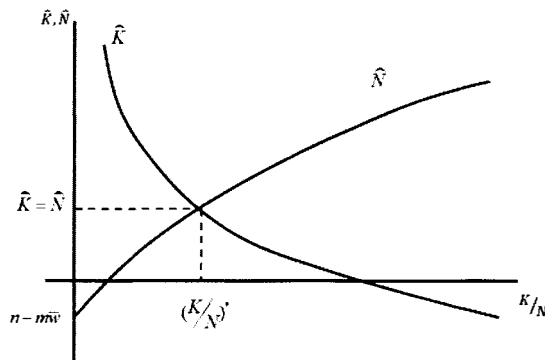


図1. 資本ストックと労働供給の動学

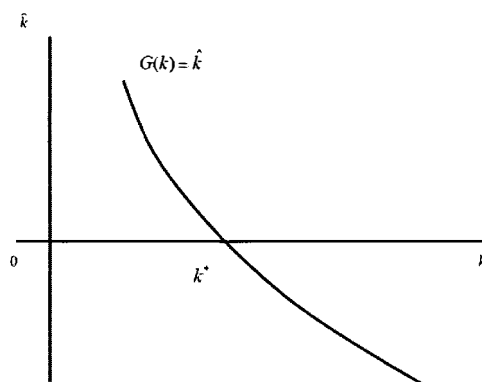


図2. 資本労働比率の動学的変化

$\widehat{N}$ 線は右上がり で上方に凸となる。したがって、 $\widehat{K}$ と $\widehat{N}$ の動学的変動が一致し、 K/N が一定となる解が一意的に存在し、安定となる。

ここで、 $K/N \equiv k$, $\widehat{k} = \widehat{K} - \widehat{N} \equiv G(k)$ と定義すると、(4)式と(5)式は次のような1本の動学方程式に統合することができる。

$$G(k) = sAk^{\alpha-1} + v(\alpha Ak^{\alpha-1} - \bar{r}) - n - m[(1-\alpha)Ak^{\alpha} - \bar{w}] \quad (6)$$

(6)式の動学的特性は、以下のように示すことができる。

$$G'(k) < 0, \lim_{k \rightarrow 0} G(k) = \infty, \lim_{k \rightarrow \infty} G(k) = -\infty \quad (7)$$

これにより、この動学方程式の解の存在、一意性、安定性が保証される。

図2は(7)式の動学方程式を描いたものである。そこには、横軸に k をとり、縦軸に $\widehat{k}$ をとり、 $G(k)$ 線を示している。

この図から読み取れるように、当該都市経済における資本蓄積と人口増加は長期定常状態 ($k^* > 0$) に向けて収束を示すことがわかる。したがって、資本労働比率が一定で、人口の成長とともに生産量、資本ストック、労働供給が一定率で成長してゆく均衡成長経路が存在する。

2.2 集積の経済効果の存在と都市の成長

ここまでは、生産関数が一次同次であり、生産が規模に関して収穫一定の状況を想定してきた。都市の経済成長や長期的な衰退にとって、産業集積の経済や不経済など、外部経済効果を考えることは重要な視点を提供する。ここでは、Rebenau (1979) に従って、簡単な形で集積の経済効果を導入し、生産が規模に関して収穫逓増の場合の都市の成長、あるいは衰退を検討しよう。

2.1節で展開したモデルにおいて、生産関数の定数項 A が、人口 N に依存している場合を考える。具体的には、(1)式のプロダクション関数において、

$$A(N) = N^\beta \quad (8)$$

と示される場合を考える。これにより生産関数は、次のように示される。

$$Y = A(N)K^\alpha N^{1-\alpha} = N^\beta K^\alpha N^{1-\alpha} = K^\alpha N^{1-\alpha+\beta} \quad (9)$$

ここで、 β が正ならば集積の経済効果が発生しており、逆に負ならば集積の負経済効果が発生している。(9)式のプロダクション関数をもとに、資本ストックと労働者数の動学方程式を作成すると、次のように示される。

$$\hat{K} = sN^{1-\alpha+\beta}K^{\alpha-1} + v(\alpha K^{\alpha-1}N^{1-\alpha+\beta} - \bar{r}) \quad (10)$$

$$\hat{N} = n + m[(1-\alpha+\beta)K^\alpha N^{-\alpha+\beta} - \bar{w}] \quad (11)$$

(10)、(11)式を見ると、集積の経済効果が都市の資本蓄積、労働者数の変動に与える影響は、いずれも労働生産性の $(1-\alpha)$ から $(1-\alpha+\beta)$ への増加により示されることがわかる。この生産性上昇効果は、(10)、(11)式の右辺第2項を通じて資本と労働の域内へのさらなる流入を誘発することがわかる。これは、集積の外部効果が働くことにより、当該都市内で利用される生産要素の生産性が高まり、資本の収益率や賃金率が上昇することが原因となっている。

資本ストックと労働者数の動学的特性をより詳細に検討するために、 $(\hat{K} = \hat{N} = 0)$ を求め、資本ストックについて明示的に解くことにより、次の2式を得る。

$$K = \left(\frac{s + v\alpha}{vr} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} N^{\frac{1-\alpha+\beta}{1-\alpha}} \quad (12)$$

$$K = \left[\frac{mw - n}{m(1-\alpha)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} N^{\frac{\alpha-\beta}{\alpha}} \quad (13)$$

図3は、 $\hat{K} = \hat{N} = 0$ 線(12)式および(13)式の動学的位相を描いたものである。そこには、横軸に労働

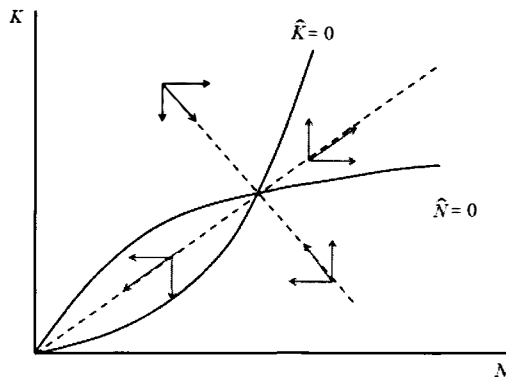


図3. 集積の経済効果が存在する場合の都市成長の位相図

者数 (N) をとり、縦軸に資本ストック (K) をとって $\widehat{K}=\widehat{N}=0$ 線を示している。集積の経済が存在し、したがって $\beta>0$ の場合について、(12)式のべき項は1以上となり $\left(\frac{1-\alpha+\beta}{1-\alpha}>1\right)$ 、 $\widehat{K}=0$ 線は下方に凸と示される。逆に、(13)式においてそれは1以下となり $\left(\frac{\alpha-\beta}{\alpha}<1\right)$ 、 $\widehat{N}=0$ 線は上方に凸となる。

図3に示される位相の関係により、集積の経済が存在する場合 ($\beta>0$)、初期条件に応じて、都市経済の規模は無限大に拡大するか、あるいは縮小して消滅するかの不安定な経路をたどることがわかる。図には示さないが、逆に、集積の負経済が存在する場合には、定常均衡の都市規模はより小さなものとなることがわかる。

2.3 内生的都市経済成長モデルと都市の成長、衰退：生産的な公共サービスの場合

Barro (1990)、Alesina and Rodric (1994) は、典型的な新古典派経済成長モデルに生産的な公共サービスを導入することにより、経済成長率が公共サービスという内生的な要因により長期持続的に継続する成長モデルの構築に成功している。ここでは次に、都市経済の成長モデルに生産的な公共サービスを導入することにより、都市経済の持続的な成長、衰退に対する影響を検討したい²⁾。

ここでは、基本モデルに資本所得と労働所得に対する総合所得税 (τ) を導入し、これによりファイナンスされた公共サービス (G) を導入する。政府の予算制約式は次のように示される。

$$G=\tau Y=\tau AK^{\alpha}G^{\gamma}N^{1-\alpha} \quad (14)$$

(14)式は、総合所得税が生産高の一定割合を徴収し、公共サービスの供給に充てられることを意味している。この生産的な公共サービスを代入することにより、生産関数は次のような変化を受ける³⁾。

$$Y=\tau^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}A^{\frac{1}{1-\gamma}}K^{\frac{\alpha}{1-\gamma}}N^{\frac{1-\alpha}{1-\gamma}} \quad (15)$$

ここで、 γ は公共サービスの限界生産力であり、これにより生産関数は一次以上の同次性を示し、生産における収穫逓増現象が発生している。また、総合所得税 (τ) は公共サービスの供給を通じて生産関数に間接的に組み入れられ、生産について正の効果を持つことがわかる。これは、この税を徴収して公共サービスを提供することがマクロ的に生産を増加させることを意味している。また、このような生産性上昇効果は資本ストックや労働供給といった私的な生産要素に及んでいる。それらの限界生産力は、いずれも $(1/(1-\gamma))$ 倍 (>1) と上昇している。

(15)式のプロダクション関数を元に、資本ストックと労働者数の動学方程式を作成すると、次のように示される。

$$\widehat{K}=s\tau^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}A^{\frac{1}{1-\gamma}}N^{\frac{1-\alpha}{1-\gamma}}K^{\frac{\alpha+\gamma-1}{1-\gamma}}+v\left(\frac{\alpha}{1-\gamma}\tau^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}A^{\frac{1}{1-\gamma}}N^{\frac{1-\alpha}{1-\gamma}}K^{\frac{\alpha+\gamma-1}{1-\gamma}}-\bar{r}\right) \quad (16)$$

$$\widehat{N}=n+m\left[\frac{1-\alpha}{1-\gamma}\tau^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}A^{\frac{1}{1-\gamma}}N^{\frac{1-\alpha}{1-\gamma}}K^{\frac{\alpha}{1-\gamma}}-\bar{w}\right] \quad (17)$$

(16)式と(17)式には、上に述べた生産的な公共サービスを通じて働く税の生産増加効果や資本ストック、労働の生産性上昇効果が、当該都市への生産要素の流入を高める効果を示している。生産性の上昇が当該都市内の資本収益率や賃金という要素報酬を上昇させ、両式の右辺第2項を通じて資本ストックと労働

働者の域内へのさらなる流入を誘発することがわかる。このように公共サービスの生産効果という外部効果が働くことにより、当該都市内で利用される生産要素の生産性が高まり、資本の収益率や賃金率が上昇することが原因となっている。

資本ストックと労働者数の動学的特性を検討するため、 $\widehat{K}=\widehat{N}=0$ 線を求め、資本ストックについて明示的に解くことにより、次の2式を得る。

$$K = \left(\frac{s + v \frac{\alpha}{1-\gamma}}{v\tau} \right)^{\frac{1-\gamma}{1-\alpha-\gamma}} \tau^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha-\gamma}} A^{\frac{1}{1-\alpha-\gamma}} N^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha-\gamma}} \quad (18)$$

$$K = \left[\frac{mw - n}{m \left(\frac{1-\alpha}{1-\gamma} \right)} \right] \tau^{\frac{-\gamma}{\alpha}} A^{\frac{-1}{\alpha}} N^{\frac{\alpha-\gamma}{\alpha}} \quad (19)$$

(18)式と(19)式を詳しく検討すると、 $\widehat{K}=\widehat{N}=0$ 線の位相関係は、基本的に(12)式、(13)式のものと同じになることがわかる。したがって、基本的に図3と同様の位相図が描かれることがわかる。このように、生産的公共サービスが存在する場合、初期条件に応じて、都市経済の規模は無限大に拡大するか、あるいは縮小して消滅するかの不安定な経路をたどることになる。逆に、集積の負経済が存在する場合には、定常均衡の都市規模はより小さなものとなることがわかる。

2.4 混雑現象による外部不経済が存在する場合

Rabenau (1979) においては、都市の混雑現象という外部不経済効果が存在する場合の分析を行っている。ここでは分析結果を明確にするために、混雑現象による外部不経済について簡単な想定を導入し、この問題に接近したい。

2.2節における集積の経済が存在する場合の議論を一層発展させ、都市の人口にある最適点が存在すると仮定する。したがって、その代理変数である労働者数にある一定の制約があり、最適な労働者の数($\overline{N}$)までは集積の経済効果が働き、それを超えると混雑現象が発生し外部不経済効果が支配的になると想定する。分析を明確にするために、ここでは生産のパラメーター(A)を次のように仮定する。

$$A = \left(\frac{\overline{N}}{N} \right)^{\delta} \quad (20)$$

ここで $\delta > 0$ と仮定しているので、労働者数が最適規模より小さい場合($N < \overline{N}$)には(20)式は1より大となり、正の外部性が働くことがわかる。逆に、労働者数が最適規模を超過して大きくなると($N > \overline{N}$)、(20)式は1より小となり、生産に対して負の効果が働くことがわかる。これを混雑による外部不経済効果と考えよう。

これにより、生産関数は次のような変化を受ける。

$$Y = \left(\frac{\overline{N}}{N} \right)^{\delta} K^{\alpha} N^{1-\alpha} = \overline{N}^{\delta} K^{\alpha} N^{1-\alpha-\delta} \quad (21)$$

ここで、 δ は正のパラメーターとする。(21)式の生産関数において、労働者数が最適規模より小さい場合($N < \bar{N}$)には労働の生産性は $1-\alpha$ より大となり、正の外部性が働くことがわかる。逆に、労働者数が最適規模を超過して大きくなると($N > \bar{N}$)、(21)式は労働の生産性は $1-\alpha$ より小となり、生産に対して負の効果が働くことがわかる。これを混雑による外部不経済効果と考えられよう。また、このような生産性の変化は資本ストックや労働供給といった生産要素にも及んでいる。

(21)式を生産関数をもとに、資本ストックと労働者数の動学方程式を作成すると、次のように示される。

$$\hat{K} = s\bar{N}^\delta N^{1-\alpha-\delta} K^{\alpha-1} + v(\alpha\bar{N}^\delta N^{1-\alpha-\delta} K^{\alpha-1} - \bar{r}) \quad (22)$$

$$\hat{N} = n + m[(1-\alpha-\delta)\bar{N}^\delta N^{-\alpha-\delta} K^\alpha - \bar{w}] \quad (23)$$

(22)式と(23)式には、上に述べた集積の正の経済効果や混雑の不経済効果が資本ストック、労働の生産性に変化を与え、当該都市への生産要素の流入を高めたり、低下させる効果を示している。集積の正の経済効果が働く場合には、生産性の上昇が当該都市内の資本収益率や賃金という要素報酬を上昇させ、両式の右辺第2項を通じて資本ストックと労働者の域内へのさらなる流入を誘発することがわかる。逆に、人口労働者の過度の集中により混雑の負の経済効果が働く場合には、それによる生産性の低下が当該都市内の資本収益率や賃金という要素報酬を低下させ、両式の右辺第2項を通じて資本ストックと労働者の流入、流出に影響を及ぼすことがわかる。

資本ストックと労働者数の動学的特性を検討するため、 $\hat{K} = \hat{N} = 0$ 線を求め、資本ストックについて明示的に解くことにより、次の2式を得る。

$$K = \left(\frac{s+v\alpha}{v\bar{r}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \bar{N}^{\frac{\delta}{1-\alpha}} N^{\frac{1-\alpha-\delta}{1-\alpha}} \quad (24)$$

$$K = \left[\frac{m\bar{w} - n}{m(1-\alpha-\delta)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \bar{N}^{-\frac{\delta}{\alpha}} N^{\frac{\alpha+\delta}{\alpha}} \quad (25)$$

図4は、 $\hat{K} = \hat{N} = 0$ 線(24)式および(25)式の動学的位相を描いたものである。そこには、図3と同様に、横軸に労働者数(N)をとり縦軸に資本ストック(K)をとり $\hat{K} = \hat{N} = 0$ 線を示している。ここでは、 $\delta > 0$ と仮定しているので、(24)式のべき項は1以下となり $\left(\frac{1-\alpha-\delta}{1-\alpha} < 1\right)$ 、 $\hat{K} = 0$ 線は上方に凸と示される。逆に、(25)式においてはそれは1以上となり $\left(\frac{\alpha+\delta}{\alpha} > 1\right)$ 、 $\hat{N} = 0$ 線は下方に凸となる。

図4の位相関係に示されているように、都市の混雑現象を伴う場合には、最適規模まで集積の経済効果が発生したとしても、長期的には定常均衡点に収束し、また、その均衡点は安定的であることがわかる。これは、都市の混雑現象による負の外部経済効果が、集積の経済効果がもたらす収穫逓増現象を相殺し、ある一定以上の人口の集積が収穫の逓減現象を発生させるからと解釈できよう。このように、生産における収穫の逓増現象が存在しない場合には、都市経済の成長が定常的均衡に収束し、資本ストックや都市の産出高が人口成長率と同じ率で成長することがわかる。

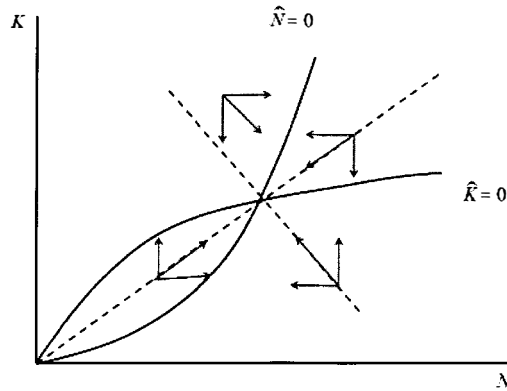


図4. 混雑現象が発生する場合の動学的均衡とその位相図

3. 生産と居住均衡を考慮した都市経済成長モデル

生産と居住均衡を検討した都市経済成長モデルは、新古典派的な経済成長モデルに土地利用という空間的な要素を導入したうえで、都市の人口、労働供給や生産活動の成長とともに都市における産業地域と住民の居住地域の配置や都市域の拡大、縮小という都市構造の長期的な動向を分析するものである。このような意味において、Annas, Arnott and Small (1998) においては、都市経済学のこのような分野を都市の成長と構造の分析と呼んでいる。以下では、Alonso (1964)、Mills (1967)、Muth (1969) により定式化され、その後 Miyao (1981)、Akita and Fujita (1982) などの貢献により発展してきた動学的都市の空間的成長モデルを Miyao (1987) にしたがって検討しよう⁴⁾。

3.1 都市の経済成長と生産の空間構造分析

Alonso-Mills-Muth 型のモデルの特徴は、均一な土地を考え、その中心より生産活動を配置してゆき、都市の周辺にある農業地域との境界線を決定してゆく円周型の土地利用の効率性分析にある。生産活動は、土地と労働を投入として一次同次の生産関数により同質的な種類の財を生産していると仮定する。このような空間的な立地構造を考えることに伴い、交通費が発生する。通勤のための交通費は通勤距離のみに依存し、その増加関数と仮定する。閉鎖都市モデルにおいては住民の移動は考慮せず、都市の総人口が外生的に与えられると仮定する。このような想定のもとで、外生的な都市人口成長と都市政府による内生的な交通コスト低減行動を伴う都市成長モデルを検討しよう。

生産活動は収穫一定のもとで完全競争的に生産するただ一つの企業により行われると仮定しよう。費用最小化のもとで、費用関数は以下のように示される。

$$C[r(x), w] = 1 - \tau - cx \quad (26)$$

ここで、消費財価格は1に正規化され、 $r(x)$ は市場地代関数、 τ は交通コスト低減のための投資をファイナンスする税であり、 c は単位当たり交通コストである。

完全雇用条件は次のように示される。

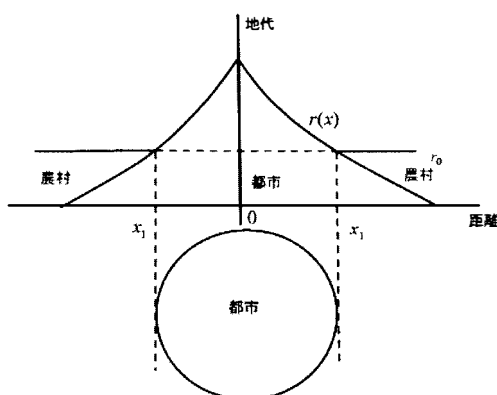


図 5. 生産活動の分布と都市の形成

$$2\pi g \int_0^{x_1} n(x)x dx = N \quad (27)$$

ここで、 g は生産に用いられる土地の一定の比率であり、 $n(x)$ は中心からの距離 x における土地労働者比率（土地 1 単位当たりの労働者数）であり、 N は総労働供給である。

市場地代関数 $r(x)$ は連続的であると仮定し、都市の境界線においては外生的に与えられる農業レント r_0 と等しくなる。

$$r(x_1) = r_0 \quad (28)$$

このモデルにおいては以上の式を用いて、各期の都市の総労働供給 N と移動コスト c が与えられれば、賃金率 w と都市の境界 x_1 、そして土地労働者比率 $n(x)$ 、レント $r(x)$ を関数形として決定することが出来る。

図 5 は、以上に示される都市における生産活動の配置と都市の形成を示したものである。そこでは縦軸に地代をとり、横軸には都市の中心点から円周状に広がる都市を示している。産業は中心地から測った交通コストの分布に応じて、地代の付け値が周辺農業地代と一致するところまで展開する。このような円周都市の上に、人口は一樣に分布している。

モデルの解の動学的動きを考えるため、外生変数 N と c の変化に関する動学方程式を以下のように定義する。

$$k \equiv 1/(Nc^2) \quad (29)$$

k の動学的変動を求めると、次のように示される。

$$\hat{k} = -2\hat{c} - \hat{N} \quad (30)$$

3.1.1 都市の生産と拡大の定常成長均衡

(30) 式を用いて、まず、 $\hat{k}=0$ であれば賃金率 w が一定となることが示される。したがって、賃金率

を一定に保つためには、人口成長率 $\widehat{N}$ は交通コストの低下率 $(-\hat{c})$ の 2 倍高いものでなくてはならない。このことは、交通インフラへの投資により、交通コストが継続的に低下してゆくなら、都市労働力、人口はその 2 倍の速度で増加してゆき、労働者の企業、土地への分布状態が不変であれば、都市の境界は継続的に成長してゆくことを意味している。

3.1.2 最適な交通投資と都市とその生産の成長

次に、総労働供給が一定の率で成長すると仮定しよう。

$$\widehat{N} = n \leq 0 \quad (31)$$

そして、交通コストの低下率は土地一単位当たりの交通投資の増加関数として、次のように仮定する。

$$-\hat{c} = f(S/J) \quad (32)$$

ここで、 S は総交通投資額であり総税収と等しい。また、 J は交通に用いる土地であり、中心から同一土地のそれぞれの一定割合と仮定される。したがって、 S/J は交通施設の利用に供される土地 1 単位当たりの交通投資額を示している。そして、関数形については、 $f'(\cdot) > 0$, $f(0) = 0$, $f(\infty) = \infty$ と仮定する。

(31) 式と (32) 式を統合して (30) 式を用いて示すと、動学の基本方程式が次のように示される。

$$\hat{k} = -2\hat{c} - \widehat{N} = 2f(S/J) - n \equiv H(k) - n \quad (33)$$

(33) 式において、生産関数がコブ＝ダグラス型であり、農業地代 r_0 がゼロであれば、定常均衡 ($\hat{k} = 0$) の解の存在、一意性、そして大域的安定性が保証される。

総所得から総税収と総交通コストを差し引いた所得を総純所得と定義すると、定常成長均衡の一人当たり生産が最大化されるのは、税率が総地代と総純所得の比率である産出の土地弾力性と等しくなる時であることが示される。

3.2 生産と居住の都市経済成長モデル

Alonso-Mills-Muth 型の生産、居住モデルにおいては、中心に労働を提供する生産地域である CBD (Central Business District) を持つ円形の都市を考え、その都市のすべての住民は CBD の周辺に位置する住居地域に居住し、CBD まで通勤すると想定している。生産活動は、前小節と同様に土地と労働を投入して一次同次の生産関数により同質的な種類の財を生産していると仮定する。ここでも、通勤のための交通費は通勤距離のみに依存し、その増加関数と仮定する。また、閉鎖都市モデルにおいては住民の移動は考慮せず、年の総人口が外生的に与えられると仮定する。生産とともに居住を検討することに伴い、家計の効用水準は住宅サービスの消費量と消費財の消費量に依存して決まる。このような想定のもとで、外生的な都市人口成長と都市政府による内生的な交通コスト低減行動を伴う都市成長モデルを検討しよう。

CBD から x の距離に居住する家計の効用水準 $U(x)$ は、消費財の消費量 $z(x)$ と住宅サービスの消費量 $h(x)$ に依存して、次のようなコブ＝ダグラス型関数により示される。

$$U(x) = z(x)^\alpha h(x)^\beta \quad \alpha, \beta > 0 \quad (34)$$

予算制約式は、消費財価格を1に正規化して、次のように示される。

$$z(x) + r(x)h(x) = 1 - \tau - cx \quad (35)$$

ここで、前節と同様に、 $r(x)$ は市場地代関数、 τ は交通コスト低減のための投資をファイナンスする税であり、 c は単位当たり交通コストである。

予算制約式(35)を制約条件として効用関数(34)を最大化することにより、次のような地代の付け値関数と住宅の需要関数が与えられる。

$$r(x) = A(1 - \tau - cx)^{\alpha+\beta} u^{-\frac{1}{\beta}} \quad (36)$$

$$h(x) = B(1 - \tau - cx)^{-\frac{\alpha}{\beta}} u^{-\frac{1}{\beta}} \quad (37)$$

ここで、 A と B は正の定数であり、 u は効用の最大値である。

全ての家計が都市内に居住するは次のように示される。

$$2\pi g \int_0^{x_1} [x/h(x)] dx = Cu^{-\frac{1}{\beta}} \int_0^{x_1} x(1 - \tau - cx)^{\frac{\alpha}{\beta}} dx = N \quad (38)$$

ここで、前小節と同様に、 g は生産に用いられる土地の一定の比率であり、 $n(x)$ は中心からの距離 x における土地労働者比率であり、 N は総労働供給である。また、 C は正の定数である。

本小節でも市場地代関数は連続的であると仮定する。それは、都市の境界線においては外生的に与えられる農業レント r_0 と等しくなる。

$$r(x_1) = A(1 - \tau - cx)^{\alpha+\beta} u^{-\frac{1}{\beta}} = r_0 \quad (39)$$

このモデルにおいては以上の式を用いて、各期の都市の総労働供給 N と移動コスト c が与えられれば、賃金率 w と都市の境界 x_1 、そして土地労働者比率 $n(x)$ 、レント $r(x)$ 、住宅需要 $h(x)$ を関数形として決定することが出来る。

まず、(39)式において周辺、農業地代がゼロであると仮定しよう($r_0=0$)。これにより $x_1=(1-\tau)/c$ が得られ、これと(38)式から効用水準が次のように得られる。

$$u = Dk^\beta(1 - \tau)^{(\alpha+2\beta)} \quad (40)$$

ここで、 D は正の定数で、 $k \equiv 1/Nc^2$ と置いている。そして、前小節の(30)式と同様に、人口と交通コストの動学的変動に関する次の式が示される。

$$\hat{k} = -2\hat{c} - \hat{N} \quad (41)$$

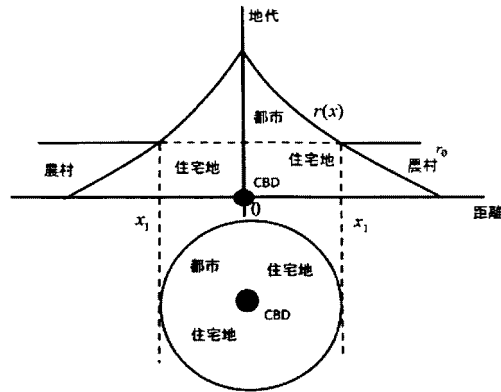


図 6. 都市の産業と住宅の配置

(41)式は、定常均衡において交通コストが低下すると、人口はその2倍増加することを示している。

図6は、以上に示される都市における産業と住宅の配置と都市の形成を示したものである。図5と同様に、そこでは縦軸に地代をとり、横軸には都市の中心点から円周状に広がる都市を示している。産業は中心地にあるCBDに位置し、その周辺に都市の中心から測った交通コストの分布に応じて住宅地が広がる。そしてそれは、地代の付け値が周辺農業地代と一致するところまで展開することを示している。

3.2.1 都市の生産と居住に関する定常成長均衡

税率 τ を所与として(41)式を用いると、まず、 $\hat{k}=0$ であれば u が一定となることが示される。したがって、人口成長率($\hat{N}$)は交通コストの低下率($-\hat{c}$)の2倍高いものでなくてはならない。前小節と同様に、交通インフラへの投資により、交通コストが継続的に低下してゆくなら、都市労働力、人口はその2倍の速度で増加してゆき、労働力の企業への配分、土地への分布状態が不変であれば、都市の境界は継続的に成長してゆくことを意味している。

3.2.2 最適な交通投資と都市とその生産居住の成長

次に、ここでも総労働供給が一定の率で成長すると仮定しよう。

$$\hat{N} = n \leq 0 \quad (42)$$

そして、交通コストの低下率は土地一単位当たりの交通投資の増加関数として、次のように仮定する。

$$-\hat{c} = f(S/J) \quad (43)$$

ここで、 S は総交通投資額であり総税収と等しい。また、 J は交通に用いる土地であり、中心から同一距離上の土地の一定割合 θ と仮定される。したがって、 $J = \theta\pi(x_1)^2$ と示される。なお、ここでも関数については、 $f'(\cdot) > 0$, $f(0) = 0$, $f(\infty) = \infty$ と仮定する。

(42)式と(43)式を統合して(41)式を用いて示すと、動学の基本方程式が次のように示される。

$$\hat{k} = -2\hat{c} - \hat{N} = 2f\left(\tau N / \theta\pi(x_1)^2\right) - n = 2f\left(\tau / \theta\pi(1 - \tau)^2 k\right) - n \quad (44)$$

(44)式において、生産関数がコブ＝ダグラス型であり、農業地代がゼロであれば、定常成長均衡 ($\hat{k}=0$) の解の存在、一意性、そして大域的安定性が保証される。

総所得から総税収と総交通コストを差し引いた所得を総純所得と定義すると、定常成長均衡の一人当たり生産が最大化されるのは、税率が総地代と総純所得の比率である産出の土地弾力性と等しくなる時であることが示される。

3.3 開放型都市経済成長モデルについて

開放都市モデルにおいては、住民の都市間の自由な移動を想定しており、人口は内生的に決定される。住民は、より高い効用水準を求めて都市の間を移住するため、人口の都市外からの流入と都市外への流出という調整を経て、都市内外の効用格差が消滅し、そのような均衡において人口が内生的に決定される。いわゆる小都市モデル、即ち同質的な多数の都市が存在する中で、ある1都市を取り上げて検討を加えるような状況に議論を限定すれば、これまでの閉鎖的都市の成長に関する議論を比較的容易に開放都市モデルに展開することができる。

このような状況を想定することにより、2.2節に示した(38)式の住民居住式と(39)式の周辺地代の決定式における効用水準(u)は外政変数として例えば u_0 のように与えられ、逆に総人口(N)は内生変数となる。したがって、税率 τ を所与として(39)式のみから都市の境界($\bar{x}$)が決まり、それを(38)式に代入することにより都市の人口(N)が内生的に決定されることになる。

そのような決定関係の下で、都市内所得の上昇、周辺農業地代の低下、交通施設への投資の拡大による交通コストの低下、および外生的な効用水準の低下は、都市人口の増大をもたらしとともに、都市の境界線を拡大し、都市の産業活動と居住を成長させることがわかる。

4. 結論と今後の課題

本論文においては、まず、都市の生産と人口成長における代表的な理論を取り上げ、検討を行った。都市経済成長の基本モデルとその安定性分析を行ったうえで、集積の経済効果が存在する場合には、生産活動における収穫の通増現象が生じ、都市は初期条件に依存して無限に成長を続けるか、あるいは消滅することが示された。また、生産的公共サービスが存在する内生的経済成長の場合についても、生産構造が収穫通増現象を示し、集積の経済の場合と同様の状況が生じること、逆に、混雑現象に伴う外部不経済が存在する場合には、都市成長は定常状態に収束することを示した。

続いて第3節においては、空間的要素を含め、時間と空間に関する都市成長理論を検討した。都市産業と人口の空間的配置と成長を扱う基本モデルの瞬時的均衡と都市配置、都市の成長を示したうえで、モデルを産業立地、住宅立地と人口の成長を扱う都市成長モデルに拡張し、瞬時的均衡と産業、住宅および都市域の配置とその成長を検討した。加えて、都市交通基盤への投資による交通コストの低減が産業、住宅立地、人口および都市域の成長に与える効果を検討した。

このように、本論文ではいわゆる都市の生産成長モデルと都市成長の構造分析の検討を通じて都市の成長と衰退を検討してきた。特に、人口成長あるいは減少との関係では、まず都市の定常的均衡においては、都市内の人口成長あるいは減少と同じ率で都市も成長衰退することが明らかになった。興味深い結論は、都市の生産が収穫通増現象、あるいは収穫通減現象を示す場合である。収穫通増のケースでは、初期条件に応じて、都市は際限なく成長を続けるか、あるいは消滅に向かって縮小を続けることが示さ

れた。また、都市の混雑現象が派生し、生産における負の外部経済効果がともなう場合には、人口がある一定の規模に達するまでは収穫逓増現象が働いたとしても、それを超えると混雑現象により生産の収穫逓減現象が発生し、経済は定常均衡に収束することが示された。

このような収穫逓増現象をもたらす要因には、都市への産業や人口の集積による経済効果や、ここで検討した生産的公共サービスの提供などの要因がある。逆に、人口減少に伴う都市の縮小においては、生産の減退時に正の経済効果が発生し、都市の消滅を遅らせる要因として耐久的な都市基盤資本や住宅の存在がある。ここでは検討しなかったが、Arnott (1980) の理論的分析や Glaeser and Gyourko (2002) による実証研究において、都市は衰退に対して非常に耐性が高いこと、衰退速度は成長速度とは非対称的で、かなり遅いことなどが指摘されている。都市の成長や構造分析におけるこのような側面の研究は未だ十分とは言えず、筆者やこの分野の研究者の今後の課題となろう。

さらに、ここでは検討しなかったが、例えば Fujita, Krugman and Venables (1999) などに展開されている非線形動学における分岐理論に基づく都市の形成理論においては、経済の拡大に伴う都市の拡大や周辺都市の増加の説明に成功している。このような枠組みにおいて、人口減少に伴う経済活動水準の低下が都市の衰退や消滅に及ぼす効果の分析を行った研究は少なく、今後の発展が待たれる。その際にも、都市の成長期に形成された都市基盤資本や生産設備、住宅などはある種のサンクコストとして、都市の衰退に大きな影響を与えることが予想される。このような研究も、筆者やこの分野の研究者の今後の課題となろう。

注

- 1) 本小節においては、Miyao (1987) の基本モデルを用いて議論を展開する。
- 2) Krugman (1991) においては、生産物の種類が持続的に増加を続け、それが内生的経済成長の原動力となるモデルを用いて分析している。
- 3) (14)式より $G = (\tau A)^{\frac{1}{1-\tau}} K^{\frac{\alpha}{1-\tau}} N^{\frac{1-\alpha}{1-\tau}}$ が得られる。これを生産関数に直接代入することにより (15)式が得られる。
- 4) 以下の議論では、基本的に Miyao (1987) において展開されたモデルを用いている。

参考文献

- Akita T. and M. Fujita (1982) "Spatial Development Process in a Growing City," *Environment and Planning*, Vol. 14, pp. 205-223.
- Annas, A., Arnott, R. and K. Small (1998) "Urban Spatial Structure," *Journal of Economic Literature*, Vol. 36, pp. 1426-64.
- Alesina, A. and D. Rodrik (1994) "Distributive Politics and Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 109, pp. 465-490.
- Alonso, W. (1964) *Location and Land Use*, Cambridge, Harvard Univ. Press.
- Arnott, R. J. (1970) "A Simple Urban Growth Model with Durable Housing," *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 10, pp. 53-76.
- Barro, R. J. (1990) Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth," *Journal of Political Economy*, Vol. 98, pp. S103-S125.
- Beckman M. J. (1972) "Von Thunen Revisited: A Neoclassical Land Use Model," *Swedish Journal of Economics*, Vol. 74, pp. 1-7.
- Carlberg, M. (1981) "An Economic Growth Model of the Productive City," in P. Nijkamp and P. Rietveld, eds. *Cities in Transition: Problems and Policies*, Netherlands, Sijthoff and Noordhoff.
- Durlauf, S. N. and I. E. Blume (Eds.) (2008) *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Palgrave Macmillan.
- Eaton, J. and Z. Eckstein (1997) "Cities and Growth: Theory and Evidence from France and Japan," *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 27, pp. 443-472.
- Eeckhout, J. (2004) "Gibrat's Law for all Cities," *American Economic Review*, Vol. 94, pp. 1429-1451.
- Fujita, M., Krugman, P. and A. Venables (1999) *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*, Cambridge, MIT Press. (小出博之訳、『空間経済学—都市・地域・国際貿易の新しい分析』東洋経済新報社、2000

年.)

- Fujita, M., Mori, T., Henderson, J. and Y. Kanemoto (2004) "Spatial Distribution of Economic Activities in Japan and China," in Henderson, J. and J. F. Thisse eds., *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 4, Amsterdam, North-Holland.
- Glaser, E. L. and J. Gyourko (2005) "Urban Decline and Durable Housing," *Journal of Political Economy*, Vol. 113, pp. 345-375.
- Henderson, J. and J. F. Thisse (2004) *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 4, Amsterdam, North-Holland.
- Kanemoto, Y. (1980) *Theory of Urban Externality*, Amsterdam, North-Holland.
- Lucas, R. E. and R-H. Esteban (2002) "On the Internal Structure of Cities," *Econometrica*, Vol. 70, pp. 1445-1476.
- Mills, E. S. (1967) "An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area," *American Economic Review*, Vol. 57, pp. 197-210.
- Miyao, T. (1980) "Dynamics of Metropolitan Growth and Unemployment," *Journal of Urban Economics*, Vol. 8, pp. 222-235.
- (1987) "Urban Growth and Dynamics," in Miyao, T. and Y. Kanemoto eds. *Urban Dynamics and Urban Externalities*, New York, Routledge.
- Miyao, T. and Y. Kanemoto (1987) *Urban Dynamics and Urban Externalities*, New York, Routledge.
- Muth, R. F. (1969) *Cities and Housing*, Chicago, University of Chicago Press.
- Rebenau, B. v. (1979) "Urban Growth with Agglomeration Economies and Diseconomies," *Geographia Polonica*, Vol. 42, pp. 77-90.
- Smith, D. M. (1974) "Regional Growth: Interstate and Intersectoral Factor Reallocation," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 61, pp. 353-359.
- (1975) "Neoclassical Growth Models and Regional Growth in the U.S.," *Journal of Regional Science*, Vol. 15, pp. 165-181.
- 宮尾尊弘 (1995) 『現代都市経済学 (第2版)』、日本評論社。
- 金本良嗣 (2016) 『都市経済学 (第2版)』、東洋経済新報社。
- 黒田達朗・田淵隆俊・中村良平 (2008) 『都市と地域の経済学 (新版)』、有斐閣。