

都市経済・地域経済と環境政策*

伊ヶ崎 大理†

1 はじめに

Krugman (1991) をはじめとする新しい経済地理と呼ばれる分野では、多くの場合、次のようなメカニズムが生じている。まず人口の多い地域ほど収穫逓増の影響によって生産性が高くなるため、実質賃金、効用水準も高くなる。したがって、ますます多くの人口が集中することになる。また、企業の側から見ても人口が多い地域ほどマーケットも大きいいため、大都市に立地するインセンティブが強くなるということが言える。すなわち、収穫逓増の生産関数を前提とすると、より人口の多い地域には、ますます多くの人口が流入してくるのである。

本稿では、従来の都市経済学や空間経済学のモデルを環境の要素を組み入れるように拡張した Ikazaki and Naito (2007a, b) や伊ヶ崎・内藤 (2007) に基づき、議論を行う。これは、都市や地域における人口の変化が、さまざまな環境問題を引き起こし、その地域の環境水準や政府の環境政策の変化、厚生水準の変化をもたらすという事実を反映させるためである。

本稿の構成は、以下のようになっている。第2節では、集積によって技術の転換が生じるようなモデルに環境汚染の問題を導入した伊ヶ崎・内藤 (2007) や Ikazaki and Naito (2007a) に

基づくモデルをもとに議論を行う。第3節では、Ottaviano, Tabuchi, and Thisse (2002) を環境を含むように拡張した Ikazaki and Naito (2007b) を紹介する。最後に第4節では、まとめを行う。

2 環境を含んだ都市経済のモデル 1

2.1 モデルの設定

本節では、伊ヶ崎・内藤 (2007) や Ikazaki and Naito (2007a) でもたらされたモデルを紹介し、その直感的含意について説明する。伊ヶ崎・内藤 (2007) や Ikazaki and Naito (2007a) では、2つの最終財が存在するような状況を想定したが、ここでは、議論の簡単化のために、最終財は唯一かつ同質であり、以下のような技術のもとで生産されるものとする。

$$Y = AM^\alpha D^{1-\alpha}. \quad (2.1)$$

ただし、 Y は最終財の産出量、 M は労働を用いて作られる中間財、 D は汚染量を表すものとする。 A は生産性のパラメータである¹⁾。

ここで、 M を生産する方法 (技術) に関しては2つのタイプが存在するものとする²⁾。第1に、伝統的技術と呼ばれる技術である。伝統的技術で M が生産される場合、 M を1単位生産

* 本稿は、平成17-18年度熊本学園大学産業経営研究所調査研究「都市経済・地域経済と環境政策」の研究成果である。

† ikazaki@kumagaku.ac.jp

1) 汚染が生産関数の生産要素として規定されているようなモデルやその解釈についての詳細は、Copeland and Taylor (1994) や Stokey (1998) を参照せよ。

2) このような2つの技術の存在と集積に関する議論としては、Yamamoto (2005) を参照せよ。

するにあたり、 a_c 単位の労働が必要であると仮定する。

他方は、先進技術と呼ばれる技術である。ここでは、先進技術を用いた場合の M の生産関数を以下のように特定化する。

$$M = L_M^\beta. \quad (2.2)$$

ただし、 L_M は、労働投入量を表す。また、 $\beta > 1$ を仮定する。(2.2) より、中間財 M は、労働に関して収穫逓増となっている。いずれの技術が採用されるかにかかわらず、財の生産過程において、汚染が排出されることに注意しよう ((2.1) を参照せよ)。

次に、家計の効用 (U) について述べることにしよう。地域内には、同質的な家計が存在しているものとする。すべての家計は 1 単位の労働力を保有している。経済全体での家計の数、労働供給量とともに L で表すことにしよう。ここで、代表的家計の効用関数を以下のように設定する。

$$U = \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} - BD. \quad (2.3)$$

ただし c は 1 人当たりの消費量、 θ 、 B はそれぞれパラメータであり、 $\theta > 0$ 、 $B > 0$ とする。

2.2 技術の選択と環境政策

ここでは、社会的計画者の問題を考える。社会的計画者は、効用水準 (2.3) を最大にするように中間財の生産方法 (伝統的技術で生産するのか、先進技術で生産するのか)、および環境汚染水準 D を決定する。

まずは、技術の選択問題について検討する。所与の労働投入に対してより多くの M が生産される方が望ましいので、先進技術を用いて中

間財の生産が行われるためには

$$L \geq a_c^{-\frac{1}{\beta-1}} \equiv L^* \quad (2.4)$$

となっていなければならない。(2.4) より、 $L \geq L^*$ のとき、中間財 M は先進技術で生産される。しかしながら、 $L < L^*$ のときには、伝統的技術が用いられることになる (図 1 を参照せよ)³⁾。

次に、最適な汚染量について考える。本稿のモデルでは、貿易の存在しない静学モデルであるので、 $c = Y/L$ となることに注意しよう。政府は、(2.3) の効用を最大化するように最適な汚染水準 D を決定する。人口が少なく、伝統的な技術を採用しているときの最適な汚染水準 D を求めると、以下ようになる。

$$D_c = \left[\frac{(1-\alpha)}{B} (A a_c^{-\alpha} L^{(\alpha-1)})^{1-\theta} \right]^{\frac{1}{1+(\theta-1)(1-\alpha)}}. \quad (2.5)$$

したがって、 D_c は、 $\theta > 1$ のとき、人口水準と正の相関をもつ。

次に、人口が相対的に多く、先進技術で中間財が生産されるようなケースを考える。最適な汚染量 D_m は以下ようになる。

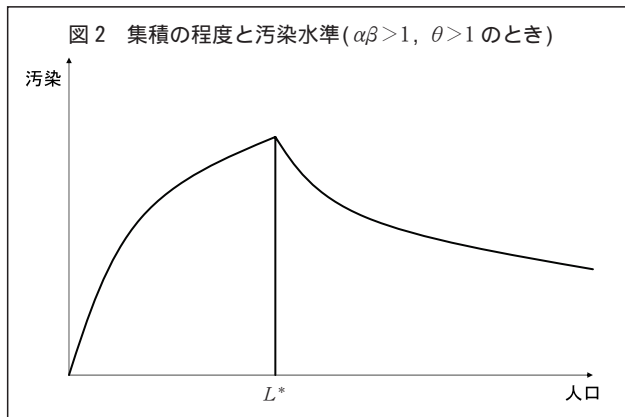
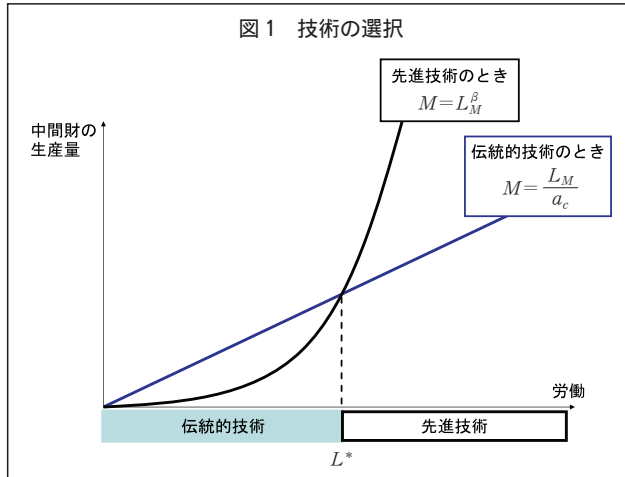
$$D_m = \left[\frac{(1-\alpha)}{B} (A L^{(\alpha\beta-1)})^{1-\theta} \right]^{\frac{1}{1+(\theta-1)(1-\alpha)}}. \quad (2.6)$$

したがって、 D_m は、 $\theta > 1$ かつ $\alpha\beta - 1 > 0$ のとき、人口水準と負の相関をもつ⁴⁾。

汚染水準と人口水準との関係について考察しよう。伝統的技術が採用されている場合、 $\theta > 1$ を前提とすると、(2.5) より、汚染水準と人口水準には正の相関があることが確認できる。 L がある一定水準を超えると、先進技術が採用される。このとき、 $\theta > 1$ 、 $\alpha\beta - 1 > 0$ と仮定すると、(2.6) より、最適な汚染水準は、人口の

3) 両技術の生産性が等しい場合には、中間財は先進技術で生産されると仮定する。この仮定は、主要な結論にはまったく影響を与えない。

4) これらの仮定の妥当性についての議論は、伊ヶ崎・内藤 (2007) を参照せよ。本稿では、これらのパラメータ制約が成立するものとして議論を展開する。



増加とともに減少することが分かる。したがって、上記のようなパラメータ制約が成立する場合には、最適な汚染量は人口水準 L と逆 U 字の関係をもつことになる⁵⁾。また、1人当たりの汚染排出量 D/L は、集積とともに減少していくことにも注意しよう。

このような帰結に対する直観的な含意は以下のようになる。人口が十分に少なく、伝統的技

術が用いられたときの産出量は、労働投入に関して収穫逓減となっているので、(汚染水準を一定とすると) 1人当たりの産出量は、労働投入(人口水準)とともに減少する。そのような減少を緩和するために、政府は人口水準の増加とともに、環境に対する規制を緩め、産出量や消費量を増加させなければならない。ところが、ある一定以上に人口が集積すると、先進技術の

5) このような集積と汚染量との逆 U 字の関係は、環境クズネッツ曲線と類似していることに注意しよう。ただし、環境クズネッツ曲線は、1人当たりの所得と環境汚染との間の関係を論じたものであるため、図2とは横軸の意味するものが異なっている。環境クズネッツ曲線については、Stokey (1998), Grossman and Krueger (1995), Seldon and Song (1994) 等を参照せよ。

使用が可能となる。このとき、(適切なパラメータ制約のもとでは)最終財の生産関数は、労働投入に関して収穫逓増となる。 L が十分に大きくなると、収穫逓増の影響で1人当たりの消費水準も高くなる。消費については、通常の限界効用逓減の法則が働いているので、 L が十分に大きくなり、消費水準もまた十分に高くなると、消費の限界効用が汚染の限界不効用と比較して十分に小さくなる。したがって、汚染を積極的に減少させるような政策を導入するインセンティブが生まれるのである。

2.3 汚染と労働との代替性

汚染を生産部門におけるひとつの生産要素とみなした場合、生産部門における本源的生産要素と汚染との代替関係は、要素蓄積がどのように環境に影響を及ぼすかを論じるうえで、非常に重要である (Smulders (2006) を参照せよ)。Smulders (2006) は、生産部門における本源的生産要素 (Smulders モデルでは資本) と汚染の代替の弾力性が高いときほど、効用関数における消費と汚染との代替の弾力性が低いときほど、要素蓄積によって環境水準に及ぼす負の影響が緩和されると主張した。

この主張に対する直感的含意は、以下のようになる。生産部門における代替の弾力性が十分に高いということは、生産の際に、本源的生産要素と汚染の代替が比較的容易であるということである。換言すれば、本源的生産要素が増加すれば、生産活動がより効率的になるため、エネルギー効率や資源生産性などが増加し、所与の生産量を達成させるための環境負荷が大幅に減少するのである。また、効用関数における代替の弾力性が十分に小さいということは、消費と汚染の代替が比較的困難であるということである。

ある。すなわち、汚染が1単位増加したとき、消費を大量に増加させなければ同じ効用水準を達成できないということを意味している。したがって、環境に対する規制を緩和し所得を増加させるよりは、環境に対する規制を強化し、汚染を減少させるほうが、効用水準を上昇させるために重要となるのである。このような場合には、(最適な環境政策を前提として) 要素蓄積が環境負荷を低減させる可能性が強まるのである。

本源的生産要素が労働か資本かという相違はあるが、本節の結果は、まさに Smulders (2006) の主張を裏付けるものとなっている。

本節のモデルにおける最終財の生産関数をみてみよう。最終財の生産関数は、本源的生産要素を用いて生産される中間財 M と汚染との間のコブ=ダグラス型の関数として描かれていた。このとき、中間財 M と汚染との間の代替の弾力性は1である。すなわち、労働と汚染との間の代替が比較的容易だったのである。収穫逓増の程度が十分に大きいとき、また、 $\theta > 1$ となるほど効用関数における消費と汚染との代替性が低いときには、集積によって生じる収穫逓増の効果によって、より厳しい環境政策を行うことが最適となるのである。

2.4 都市問題への具体的応用

都市の内部における移動手段について考えてみよう。特に、ここでは、自家用車とバスや市電、LRT、地下鉄のような公共交通システムという2つの異なった移動手段を考えることにしよう⁶⁾。

LRTのような公共交通システムは、人口規模がある一定以上ないと、採算が取れないため、運行されないであろう。したがって、人口規模

6) LRTとは、Light Rail Transitの略である。国土交通省道路局HPによると、「LRTは、低床式車両(LRV)の活用や軌道・電停の改良による乗降の容易性、定時性、速達性、快適性などの面で優れた特徴を有する次世代の軌道系交通システムのことで、近年、道路交通を補完し、人と環境にやさしい公共交通として再評価されている」とある。

がある一定値を下回るような場合、自家用車が移動の主な手段となるであろう。その一方で人口規模がある一定以上になると、都市内部における公共交通網が整備されるようになり、より環境にもやさしい街づくりが進むかもしれない。LRTのような交通システムは、一般に人間1人を同じ距離だけ運ぶのにかかる排出量や温室効果ガス量は少なくてすむ。したがって、ある一定以上に人口がいるような都市では、交通手段間の環境汚染の外部不経済の相違を十分に考慮したうえで、環境にやさしい交通網作りをより一層進めていくことが正当化されるようになるかもしれない。また、このモデルをさらに応用することで、コンパクト・シティ⁷⁾のような街づくりについての議論が可能となるかもしれない⁸⁾。

3 環境を含んだ都市経済のモデル 2

3.1 Ottaviano, Tabuchi, and Thisse (2002) に基づくモデル

本節では、Ikazaki and Naito (2007b) で検討したモデルをもとに議論する。このモデルは、Ottaviano, Tabuchi, and Thisse (2002; 以下 OTT モデル) を環境汚染の問題を含むように拡張したのものである。まずは、OTT モデルの概略について説明することにしよう。OTT モデルは、以下のような特徴をもつ。

- ・ 経済には、2つの地域（地域 H と地域 F ）が存在する。
- ・ 経済には、2種類の財（農業財と工業財）が存在する。
- ・ 農業財をニューメーラールとする。
- ・ 農業財は、同質的であり完全競争的な市場に直面している。

- ・ 1単位の労働から1単位の農業財が生産される。
- ・ 農業財を貿易する際、地域間の財の輸送費用は、ゼロである。
- ・ 農業財を生産する農民は、経済全体で A 人存在し、各地域にそれぞれ $A/2$ ずつ均等に分布している。
- ・ 農民は、土地に拘束されている等の理由により、2地域間を移動できない。
- ・ 経済には、多くの差別化された工業財が存在している。
- ・ 各工業財（バラエティー）は、独占的競争市場に直面している。
- ・ 企業が各バラエティーを生産する際には、 ϕ の固定費用を支払うことが必要である。
- ・ 企業が各バラエティーを生産する際の限界費用は、ゼロである。
- ・ 工業財を貿易する際、地域間の財の輸送費用は、バラエティー1単位当たり、 τ 単位の農業財で表される。
- ・ 工業財部門で働く労働者は、経済全体で L 人存在し、地域 $H(F)$ に居住する労働者数を $\lambda L ((1-\lambda)L)$; $\lambda \in [0, 1]$ で表す。
- ・ 工業財部門に従事する労働者は2地域間を移動することができる。当然のことであるが、これらの労働者は、 H か F かのいずれかに居住することになる。
- ・ 工業財部門に従事する労働者は、より高い効用を得られる居住地を選択する。また、地域間の移動にかかるコストはゼロである。
- ・ 消費者については、Fujita et al. (1995) 等でしばしば用いられている Dixit and Stiglitz 型ではなく、準線形の効用関数を仮定する。

7) 日本におけるコンパクト・シティの取り組み例としては、青森市のものが有名である。山本 (2006) を参照せよ。

8) この他に Desai and Riddlestone (2003) は、イギリスの南ロンドンにおける都市型エコビレッジである BedZED に関する興味深い紹介を行っている。

OTT モデルでは、地域 l に居住する労働者の効用水準を以下のように特定化している。

$$U_l = \alpha \int_0^N q(i) di - \frac{\beta - \gamma}{2} \int_0^N [q(i)]^2 di + q_0.$$

ここで $q(i)$ は工業財のパラエティ $i (i \in (0, N))$ の消費量を表し、 q_0 は農業財の初期賦存量とする。パラメータについては、 $\alpha > 0$ 、 $\beta > \gamma > 0$ をみたすものとする。パラメータ α は差別化された工業財への選好の強さ、 $\beta (> \gamma)$ は多様性が大きくなることに対する選好を表すものとする。 N はパラエティの数を表す。

その後、OTT モデルでは、貿易が存在するような状況を想定した。そして、各企業の利潤最大化、各家計の効用最大化条件によってもたらされる主体的均衡条件をもとに、短期均衡を導出し、短期均衡における各地域の労働者の効用水準を比較した。効用水準に差がある場合、労働者には、効用水準がより高い地域へ移動するようなインセンティブが生じる。このような人口移動は、1) 両地域の効用水準が等しくなる、もしくは、2) 完全な集積が生じ、これ以上人口移動が生じる余地がなくなるような状態まで人口移動が続くという2つのいずれかの状態まで続くことになる。いずれの場合も、長期均衡では、他の地域に移動するようなインセンティブをもつ住民は存在しない。

OTT モデルでは、長期均衡として2つの可能性が指摘された。輸送費 τ において、ある水準 τ^* が存在し、輸送費がそれ以上の場合には対称均衡が存在する一方、輸送費がそれ未満の場合には、1地域への完全な集積が生じる。このような帰結は、Fujita et al (1995) 等の Dixit and Stiglitz 型の効用関数を用いた場合にもしばしば導出されている。すなわち、輸送費が十分に高い場合には集積は生じないが、輸送費が十分に低くなると、都市部における優位性が強まるため都市部への集積が急速に進むのである。

3.2 モデルと環境の外部性 (Ikazaki and Naito (2007b) に基づくモデル)

Ikazaki and Naito (2007b) は、環境汚染の問題を考慮に入れるように、OTT モデルを拡張した。Ikazaki and Naito (2007b) は、工業財部門が生産活動を行うとき、その生産工程で環境にダメージを与える汚染を排出すると仮定した。汚染の排出量は各パラエティの生産量に対して逡増的に増加するものとする。いま地域 $l (l = H, F; m \neq l)$ で発生する汚染量を D_l で表すと、

$$D_l = \left[\int_0^{n_l} \{q_{ll}(i) + q_{lm}(i)\} di \right]^{\delta_1} \quad (3.1)$$

となるものとする。ただし、 $\delta_1 > 1$ である。 q_{lm} は、地域 l に立地する企業の地域 m における販売量 (当然のことであるが、均衡では、これは生産量に等しくなる) である。 n_l は地域 l におけるパラエティの数である。

また、効用関数は、環境汚染の外部性を含むように、以下のように設定される。

$$U_l = \alpha \int_0^N q(i) di - \frac{\beta - \gamma}{2} \int_0^N [q(i)]^2 di - \frac{\gamma}{2} \left[\int_0^N q(i) di \right]^2 + q_0 - \delta_3 D_l^{\delta_2}. \quad (3.2)$$

ただし、 $\delta_3 > 0$ 、 $\delta_2 > 1$ とする。Ikazaki and Naito (2007b) では、 $\delta \equiv \delta_1 \delta_2 > 1$ の値によって、OTT モデルでもたらされた帰結が成立しなくなる可能性を示した。このことを具体的にみていくことにしよう。均衡における両地域の労働者の効用の差は、以下の式で表される。

$$\begin{aligned} \Delta V(\lambda) &= S_H(\lambda) - S_F(\lambda) + w_H^*(\lambda) - w_F^*(\lambda) \\ &\quad - C_2 \lambda^\delta + C_2 (1 - \lambda)^\delta \\ &= C_\tau (\tau^* - \tau) \left(\lambda - \frac{1}{2} \right) - C_2 (\lambda^\delta - (1 - \lambda)^\delta). \end{aligned} \quad (3.3)$$

ここで、 C 、 τ^* 、 C_2 はそれぞれ以下のように定義されている。

$$C \equiv [2b\phi(3b\phi + 3cL + cA) + c^2L(A + L)]$$

$$\frac{L(b\phi + cL)}{2\phi^2(2b\phi + cL)^2} > 0,$$

$$\tau^* \equiv \frac{4a\phi(3b\phi + 2cL)}{2b\phi(3b\phi + 3cL + cA) + c^2L(A + L)} > 0,$$

$$C_2 \equiv \delta_3 \left[\frac{L}{\phi}(b + cN) \left(\frac{2a - b\tau}{2b + cN} \right) \right]^\delta.$$

ここで、 $C_2 > 0$ を仮定することにする。(3.3)の右辺第1項を $g(\lambda)$ 、第2項の $(\lambda^\delta - (1-\lambda)^\delta)$ を $f(\lambda)$ で定義すると、(3.3) は以下のとおり書き直すことができる⁹⁾。

$$\Delta V(\lambda) = g(\lambda) - C_2 f(\lambda). \quad (3.4)$$

ここでは、潜在的に同質的な地域を考えているので、 $\frac{1}{2} \leq \lambda \leq 1$ の範囲内で議論を行っていくことにする。また、 $\delta > 2$ のとき、 $f'(\lambda) > 0$ 、 $f''(\lambda) > 0$ 、 $1 < \delta < 2$ のとき、 $f'(\lambda) > 0$ 、 $f''(\lambda) < 0$ となることに注意しよう。

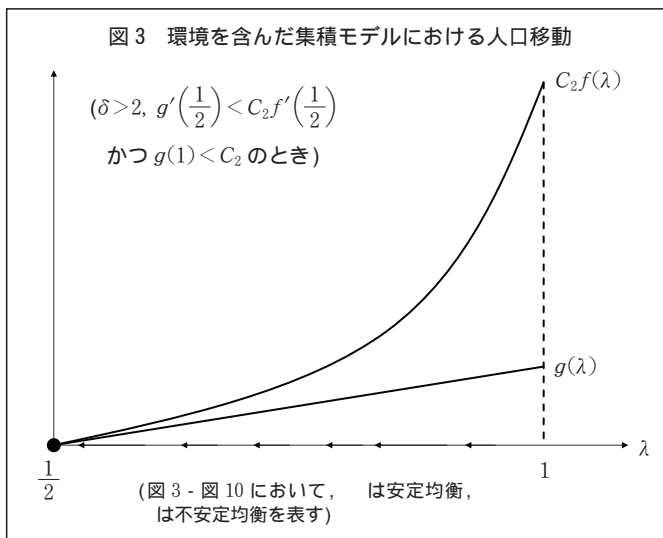
3.3 輸送費、環境、および人口移動

まず最初に両地域の財の輸送費が相対的に高い場合、すなわち $\tau^* < \tau$ のケースについて考察

する。相対的に輸送費が高い ($\tau^* < \tau$) 場合、 $\frac{1}{2} \leq \lambda \leq 1$ において工業部門の従事者の均衡分布は $\lambda^* = \frac{1}{2}$ となることがわかる。

次に相対的に輸送費が低い場合 ($\tau < \tau^*$) について考えていくことにする。ここでは、 $\delta > 2$ 、 $\delta = 2$ 、 $1 < \delta < 2$ の3つのケースに場合分けする。

最初に $\delta > 2$ の場合を考える。この場合には、図3-5のような3つのケースが存在する。図3のようなケースを検討しよう。このとき $\frac{1}{2} < \lambda \leq 1$ においてつねに $g(\lambda) < C_2 f(\lambda)$ となるので λ は $\frac{1}{2}$ に収束することが分かる。すなわち、 $\lambda = \frac{1}{2}$ が安定均衡となる。これに対して、図4のようなケースでは、 $\lambda \neq \frac{1}{2}$ のとき、 λ は1に収束する。 $\lambda = \frac{1}{2}$ は均衡であるが、不安定である。すなわち、図3のように、環境汚染の影響が相対的に強いケースでは、輸送費が低いにもかかわらず、対称均衡が安定的な均衡となり、初期の人口分布がいかなるものであっても、 $\lambda = \frac{1}{2}$ に収束する。しかしながら、図4のように、環境汚染の影響が相対的に弱いケースでは、



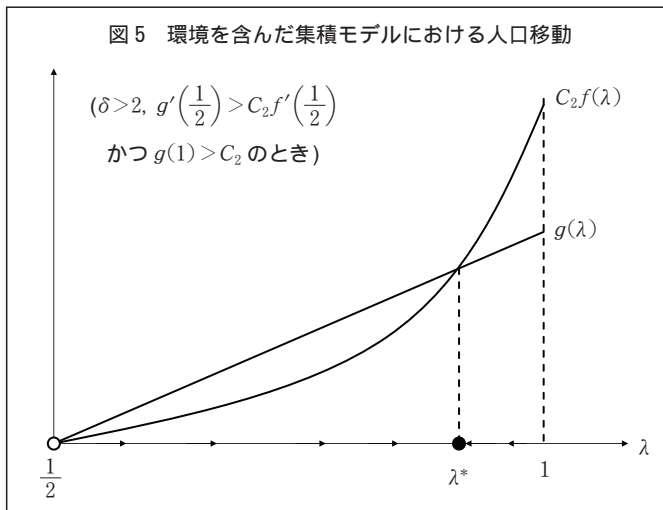
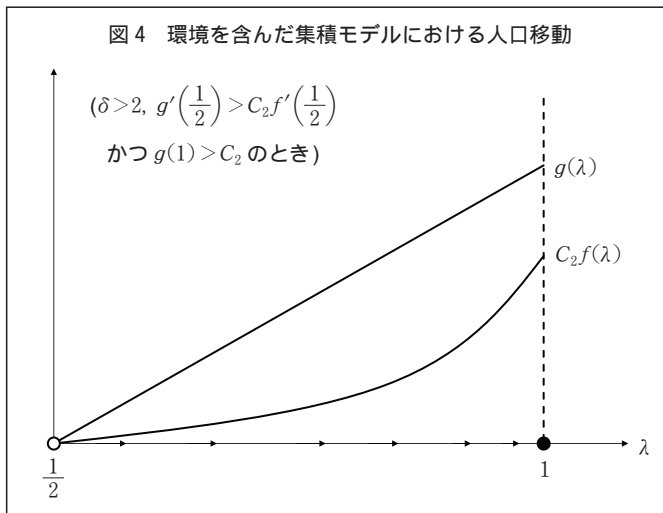
9) OTT モデルでは、 $C_2 = 0$ であることに注意せよ。

環境汚染の存在は、人口移動に対してまったく影響を及ぼさないことになる。図5では、これらの中間のケースが描かれている。 $\lambda = \frac{1}{2}$ は、均衡であるが不安定である。また、2つの関数の交点となる λ^* という非対称な2つの都市を出現させる均衡も存在する。図5のようなケースでは、この均衡 λ^* は安定である。

次に、 $\delta = 2$ の場合について考える。 $\delta = 2$ のとき、 $f(\lambda)$ は線形となる。集積の影響が環境

汚染の影響と比較して相対的に強い場合には、安定的な均衡は、1地域に完全に集積するものになる(図6を参照せよ)。環境汚染の影響が相対的に強い場合には、輸送費が低いにもかかわらず、対称均衡が安定的な均衡となり、初期の人口分布がいかなるものであっても、 $\lambda = \frac{1}{2}$ に収束する(図7を参照せよ)。

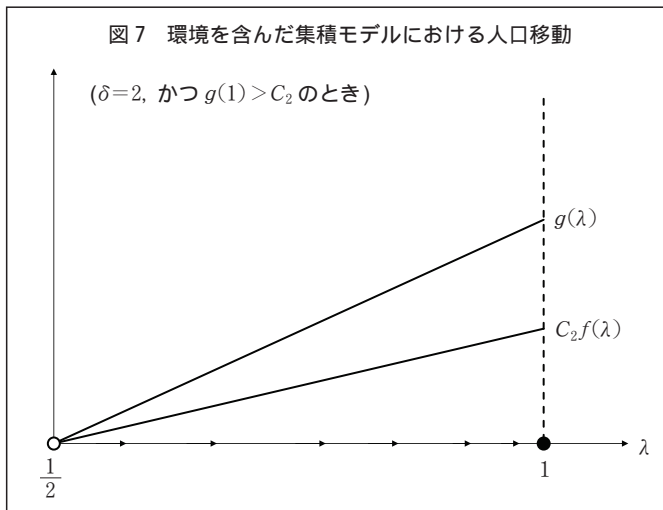
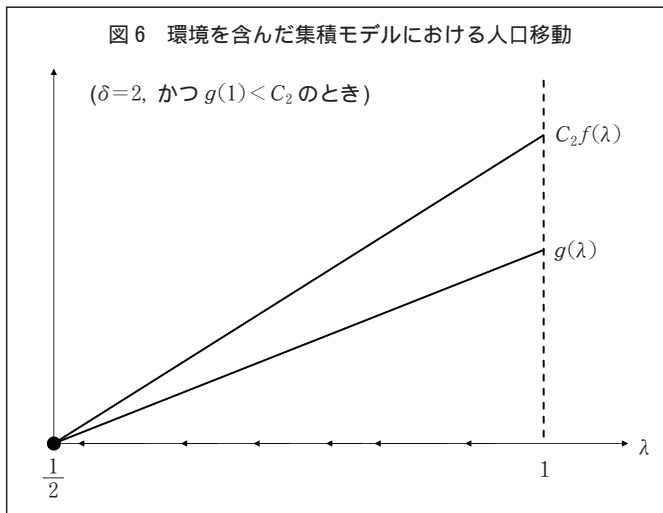
最後に、輸送費が相対的に低く($\tau < \tau^*$)、 $1 < \delta < 2$ の範囲に δ が存在する場合について見



ていくことにしよう。このとき、図 8 - 10 の 3 つのケースが存在する。図 8, 図 9 では、環境汚染の影響が相対的に強いと弱いケースが描かれている。この場合には、 $\delta > 2$ の場合と同様のことが言える。環境汚染の影響が相対的に強いケース (図 8) では、輸送費が低いにもかかわらず、対称均衡が安定的な均衡となり、初期の人口分布がいかなるものであっても、 $\lambda = \frac{1}{2}$ に収束する。しかしながら、図 9 のように、環

境汚染の影響が相対的に弱いケースでは、環境汚染の存在は、人口移動に対してまったく影響を及ぼさないことになる。

その中間のケースでは、非対称な均衡 λ^{**} は、不安定となる。そして、初期時点の人口が λ^{**} より大きい場合には、都市部に労働者や企業が集中する一方、初期の人口が λ^{**} より小さい場合には、大都市から労働者や企業が小さな都市に流出し、最終的に、対称的な 2 つの都市が存



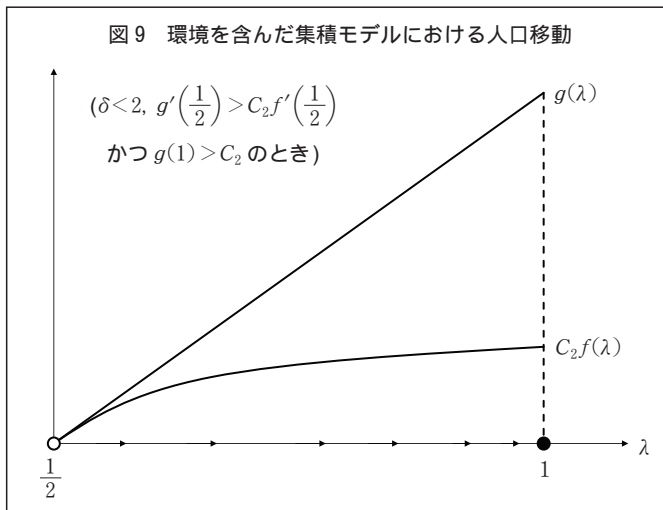
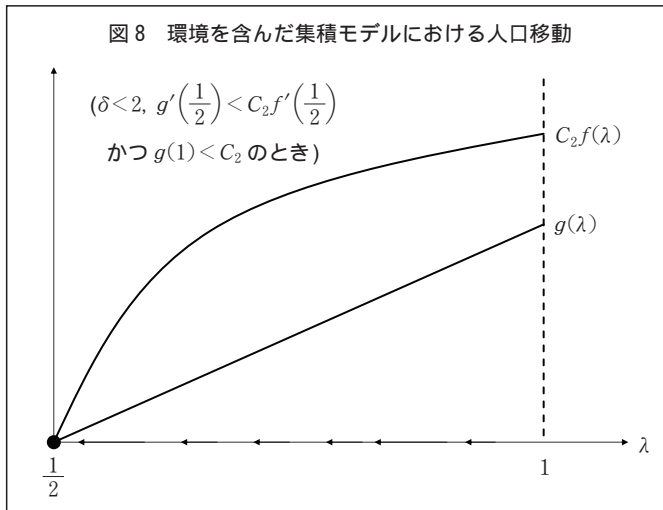
在するような均衡に落ち着くことになる（議論の詳細は、Ikazaki and Naito (2007b) を参照せよ）。

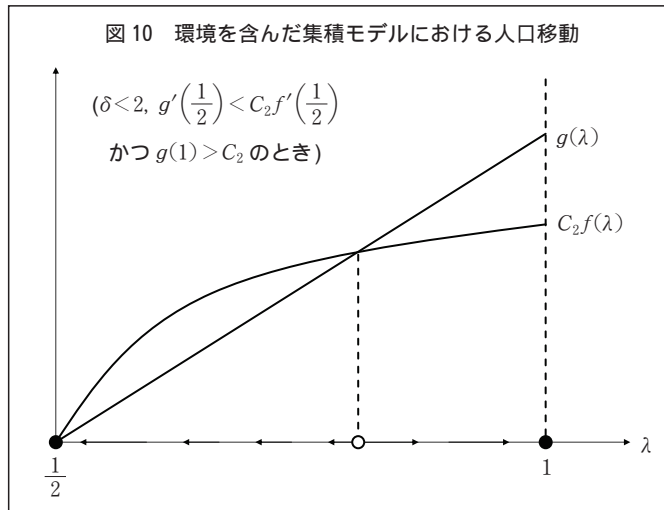
3.4 環境関連のパラメータ δ の意味と人口移動

人口集積には、その地域の実質賃金を高め、消費量を高めるというプラスの効果と、産業活動の活発化によって、環境汚染が増加するというマイナスの効果が存在している。集積がもた

らすプラスの効果がマイナスの効果を上回るようであれば、人口の少ない地域から人口の多い都市部への人口移動は加速することになる。その一方で、環境汚染がもたらすマイナスの効果のほうが大きいのであれば、都市部からの人口の流出が進むことになる。本節のモデルにおいて、このプラスの効果とマイナスの効果を考える上で、非常に重要なのは、環境関連のパラメータ δ である。

環境関連のパラメータ δ が相対的に大きい





($\delta > 2$) ということは、人口集積が生じたとき、環境汚染を通じた集積のマイナスの効果が、急速に強まるということを意味している。一地域に人口が集積すると、大都市において、環境汚染がもたらす効用の悪化が、極めて深刻になるのである。したがって、完全集積は起こりにくく、大都市と小都市という非対称な2つの都市が生じる可能性が強くなるのである(図5を参照せよ)。

その一方で、相対的に δ が小さい($1 < \delta < 2$)ということは、地域における人口の変化が環境汚染を通じて効用に及ぼす影響が比較的少ないということの意味している。したがって、初期時点において人口格差が十分に大きい場合には、集積のプラスの効果がマイナスの効果を上回るため、環境汚染が存在するにもかかわらず、人口は都市部により集中していくことになる(図10を参照せよ)。

おわりに

本稿では、Ikazaki and Naito (2007a, b) や伊ヶ崎・内藤 (2007) で議論された都市と環境に関する理論モデルをもとにして議論を行っ

た。第2節で検討されたモデルでは、都市における集積の効果が、その地域の所得水準や環境水準にどのように影響を与えるかを考察した。まず、Yamamoto (2005) をもとに、人口が十分に集積することによって、伝統的な技術から収穫逓増型のより効率的なものへと生産技術の転換が生じることを示した。その後、そのような技術の転換が、環境水準に及ぼす影響を議論した。そして、1人当たりの汚染の排出量は、集積とともに減少していくことや、収穫逓増が非常に強く生じる場合には、集積によって、環境汚染量が減少するという可能性が示された。これらの帰結は、生産活動において生産要素の蓄積によって、所与の生産量を達成するための汚染の排出量が減少するという生産部門の仮定に依拠している。

これに対して、第3節では、工業財を生産する際に、環境汚染と生産要素との間で代替が不可能であるようなモデルを構築した。そして、2地域間の貿易や人口移動について議論した。

輸送費が高い場合には、貿易が非常に高価になるため、貿易は行われず、2つの対称的な都市が出現することになる。その一方で、輸送費が安い場合には、状況はより複雑なものとなる。

OTT モデルをはじめとする代表的なモデルでは、輸送費が安い場合、1 地域への集積が生じやすいことはよく知られているが、第 3 節のモデルでは、集積によって、その地域内の環境汚染の問題が深刻化し、都市部における厚生水準が低下するという要素が加わっている。したがって、環境効率が悪い場合や環境汚染が効用に及ぼす影響がより深刻な場合には、輸送費が安いにもかかわらず 1 地域への完全な集積は生じない可能性がある。その場合には、環境の特性を現すパラメータの値によって、2 つの対称的な都市が生じるか、比較的人口の多い大都市と小都市との非対称な 2 つの都市が生じることになる。

References

- [1] Copeland, B. R., and M. S. Taylor (1994) "North-South Trade and the Environment," *Quarterly Journal of Economics* vol. 109, 755-787.
- [2] Desai, P. and S. Riddellstone (2003) *Bioregional Solutions: For Living on One Planet (Schumacher Briefing Number 8)*, Green Books.
- [3] Fujita, M., P. Krugman, and A. J. Venables (1999) *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*, The MIT Press, MA.
- [4] Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1995) "Economic Growth and the Environment," *Quarterly Journal of Economics* vol. 110, 353-377.
- [5] Ikazaki, D. and T. Naito (2007a) "Population, Technological Conversion, and Optimal Environmental Policy," *The Annals of Regional Science*, (DOI 10.1007/s00168-007-0171-1).
- [6] Ikazaki, D. and T. Naito (2007 b) "Industrial Pollution, Environmental Damage, and Regional Agglomeration," paper presented at 54th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International held at Savannah, Georgia, USA.
- [7] Krugman, P. (1991) "Increasing Returns and Economic Geography," *Journal of Political Economy* vol. 99, 483-499.
- [8] Ottaviano G, Tabuchi T, Thisse J-F (2002) "Agglomeration and Trade Revisited," *International Economic Review* vol. 43, 409-435.
- [9] Selden, T. M. and D. Song (1994) "Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?" *Journal of Environmental Economics and Management* vol. 27, 147-162.
- [10] Smulders, S. (2006) "Growth and Environment: On U-curves without U-turns," in C. de Miguel, X. Labandeira, B. Manzano (eds.), *Economic Modelling of Climate Change and Energy Policies*, Edward Elgar Publishing
- [11] Stokey, N. L. (1998) "Are There Limits to Growth?" *International Economic Review* vol. 39, 1-32.
- [12] Yamamoto, K. (2005) "A Two-Region Model with Two Types of Manufacturing Technologies and Agglomeration," *Regional Science and Urban Economics*, vol. 35, 808-836.
- [13] 伊ヶ崎大理・内藤徹 (2007) 「環境政策、産業政策、および不完全な集積効果」『三田学会雑誌』(慶応義塾経済学会) 第 100 巻 3 号, 89 頁-107 頁.
- [14] 国土交通省道路局ホームページ (http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/lrt_index.html) 2007 年 11 月 1 日ダウンロード.
- [15] 山本恭逸編著 (2006) 『コンパクトシティ - 青森市の挑戦 - 』ぎょうせい.