税収配分が地域間人口分布と土地利用に及ぼす影響*）

奈　良　　卓

I　序　　論

本論では，地域ごとの生産活動及び地域間の財の輸送に公共インフラ（社会資本）を利用するような枠組みをもつ二地域モデルを構築し，そのもとで，税収の地域間配分比率の変更が，経済成長率，地域ごとの土地有効利用度，人口分布等に与える影響を分析する。

新経済地理学の端緒となったKrugman［1991］は，Dixit and Stiglitz［1977］によって考案された独占的競争の枠組みを導入した二地域モデルを構築し，家計による消費の対象としての多様財の地域間の輸送に一定のコストを要するという前提のもと，地域間の人口分布等を分析した。

Krugman［1991］による分析の結論は，多様財の輸送コストが高い場合，一方の地域に労働人口が集中するほど，その地域の実質賃金率が相対的に低くなり，人口が流出するが，逆に，多様財の輸送コストが低い場合，一方の地域に労働人口が集中するほど，その地域の実質賃金率が相対的に高くなり，ますます人口が流入し，集積が生じる，つまり，両地域に人口が均等に分布する均衡（対称定常均衡）が動学的に不安定となり得る点である。

Krugman［1991］は，特定の地域に集積が生じるメカニズムを解明した点で，この分野の先駆的な研究と言えるが，家計による地域間移動の動機を，その期の実質賃金率を比較するという近視眼的な基準に求めた点に問題がある。また，財の輸送コストがモデルの中で内生的に決定されるのではなく，モデルの外で外生的に与えられている点においても改善の余地がある[1)]。

Martin［1999］は，Krugman［1991］の枠組みに基づき，公共インフラの財源とするための地域間の配分が，企業の立地分布，及び経済成長率に与える影響を分析した。Martin［1999］は，経済社会が，保有する資本が相対的に多いという意味において豊かな北部と，資本が相対的に少ない貧しい南部によって構成される二地域モデルを構築，そのもとで，財の地域内輸送費，及び地域間輸送費を表すパラメータの大小に関する設定を変え，地域間の企業の立地分布，所得の格差，また，定常状態における経済成長率がいかなる影響を受けるかを分析した。

Martin［1999］による分析の結論は，以下の3点に集約される。① 貧しい南部に所得移転を行

八戸学院大学ビジネス学部教授

*）本論は，日本経済学会2012年度秋季大会（2012年10月7日（日））で報告した論文を，報告の際に頂戴したコメント等を参考に，枠組みを一部改め，分析し直し，加筆・修正したものである。本論に残存するすべての問題が筆者に帰することは言うまでもない。

1）Krugman［1991］の問題点のうち，地域移動の動機が近視眼的である点については，後に，Baldwin［1999］によって克服された。Baldwin［1999］は，家計が住む地域を決定する要因として，動学的最適化行動に基づく生涯効用の地域間の比較に求めたが，かかる居住地選択の枠組みは，Fujita and Thisse［2003］等に引き継がれた。

う政策を発動することにより，南北間の所得格差は縮小し，南部に立地する企業の割合は増加するが経済成長率は低下する。また，南部の地域内輸送コストが低下するよう，南部に重点的に配分を行うことにより，南部に立地する企業の割合は増加するが，南北間の所得格差は却って拡大し，経済成長率も低下する。② 南北の地域間輸送コストを低下させるよう，配分を行うことにより，南北間の所得格差は縮小するが，南部に立地する企業の割合は減少する。しかるに，経済成長率は上昇する。③ 研究開発のコストを低下させるよう，配分を行うことにより，南北間の所得格差は縮小し，南部に立地する企業の割合も増加し，経済成長率も上昇する。

Martin［1999］において，公共インフラの地域間配分比率と地域内，地域間の輸送コスト，また，地域ごとの研究開発のコストが連動して変化することが分析の前提となっており，その内生的なメカニズムが明らかにされていない。すなわち，公共インフラを整備するための費用をいかに調達し，いかなる資源を費消して公共インフラを整備するかといった，一般均衡を想定した分析を行うに必要不可欠な前提が欠落している点に大きな問題がある。

近藤［2003］は，地域内輸送，地域間輸送ともコストを要する点についてはMartin［1999］と同様であるが[2)]，① 財の輸送に利用される公共インフラを整備することによって輸送効率が改善するメカニズムをモデルに導入した点，② 両地域の家計から徴収する一括税の地域間配分という方式を導入し，公共インフラを整備するための費用の財源を明確にした点，③ ① 及び ② により，輸送コストの決定を内生化した点の3点において，Martin［1999］モデルを大きく改善したと言える。

近藤［2003］による分析の結論は，以下の3点に集約される。① 地域間配分が均等に行われる場合，多様財企業の利潤が両地域で等しくなり，企業の立地分布，労働人口分布とも，地域間で均等となる（対称定常均衡）。② 多様財に対する選好の度合いが強く，混雑に対する嫌悪の度合いが強くない場合，税収を多く配分した地域のみに多様財企業が集積し，同地域に多くの労働人口が集中する（中心・周辺定常均衡）。③ 中心・周辺定常均衡のもと，多様財企業が集積する地域に対する税収配分の割合を大きくすることにより，経済厚生が改善する。

以上で掲げたKrugman［1991］，Martin［1999］，近藤［2003］等に共通する問題点は，生産要素から土地が欠落しており，生産活動における土地の希少性が考慮されていない点である。

近年の我が国において，少子高齢化が進展し，地域の経済が縮小を続ける状況のもと，過疎化により，低未利用地となった土地の有効利用を図る政策が推進されているのは，土地の希少性を重く見るからであるが，かかる現実を反映した分析を行うためには，生産要素及び資産としての土地をモデルに導入し，土地の有効利用度を分析の対象に含める必要があると考える。

かかる問題意識に基づき，奈良［2008］及び同［2009］では，経済社会が単一の地域によって構成される閉鎖経済モデルを構築し，生産要素及び資産としての土地を明示的にモデルに導入した[3)]。土地には，生産活動に利用されるもの（生産的土地）と利用されないもの（遊休地）とがあり，毎期，土地の所有者が用途を選択すべく，土地の利用転換（用途転換）が行われる（野口［1985］）。

---

2) 研究開発を行う際，自地域のみならず他地域の知識資本も利用することが可能である点（知識資本が地域を超えて波及する点），多様財の生産には労働力のみならず中間財も投入される点（多様財は中間財としても利用される点），伝統財の輸送にもコストを要する点において，近藤［2003］は，Martin［1999］等と異なる。

3) 奈良［2008］及び同［2009］では，経済成長を持続させる原動力として，最終消費財の生産を行う際に，Arrow［1962］あるいは，Romer［1986］と同様の技術的外部効果を想定した。また，土地の用途を転換するために社会資本を利用する際，Barro［1990］及びFutagami,Morita and Shibata［1993］と同様の技術的外部効果を想定した。

土地の利用転換は，無償の社会資本を利用し，行われるが，社会資本を建設する費用を，家計に所得税を課すことによって調達するという前提のもと，所得税率がある一定の値をとる場合，定常的成長均衡における経済成長率が最大化され，土地全体に占める遊休地の割合が最小化されることがわかった。つまり，所得税率がある一定以下の水準のもと，税率を高めることにより，定常状態における経済成長率が高まるとともに，土地の有効利用度も高まることがわかった。

本論では，生産要素及び資産としての土地を明示的に取り入れた奈良［2008］及び同［2009］を，財の地域間輸送にコストを要する二地域モデルに拡張して分析を行うが，その特徴は，次のとおりである。① 財の輸送に専業する部門（輸送サービス部門）の存在を想定し，輸送価格が内生的に決定するメカニズムを導入する，② 両地域共通の社会資本としての輸送インフラを利用して財の輸送を行うことを想定する，③ 財の生産，及び土地利用転換にも社会資本が利用されるが，それらは当該地域でのみ利用可能である，④ 両地域の家計から所得税を徴収し，各地域の社会資本，輸送インフラを建設するための費用に充当する，⑤ 2 期間重複世代モデル（two-period Overlapping Generations Model）の枠組みのもと，家計は，若年期及び老年期からなる（それぞれの地域に居住する場合に得られるであろう）生涯効用を比較し，居住地選択を行う。

本論における次章以下の構成は以下のとおりである。次の II では，モデルの概要を説明する。III では，モデルを，複数の差分方程式によって構成される体系に集約する。IV では，III で提示した方程式体系から定常的成長均衡における方程式体系を導出し，比較静学分析を行う。つまり，所得税率，輸送インフラを含む各種社会資本への配分比率の変更が，経済成長率，各地域の土地有効利用度，人口分布に与える影響を分析する。最後の V では，結論及び今後の課題を述べる。

II　モ　デ　ル

1.　基本的な枠組み

(1)　地域と人口分布

経済・社会が二つの地域（地域 i 及び j）によって構成されている状況を想定する。家計は両地域に分住しているが，2 つの地域の合計人口は一定（N）であるものとする。

(2-1)　$$N_i(t)+N_j(t)=N$$

ただし，上記（2-1）における $N_i(t)$ 及び $N_j(t)$ は，それぞれ，時点 t における地域 i 及び j の人口である。さらに，全人口のうち地域 i 及び j に居住している人口の割合をそれぞれ $n_i(t)$ 及び $n_j(t)$ とおく。このとき，（2-1）より，以下が得られる。

(2-1′)　$$n_i(t)+n_j(t)=1$$

Diamond［1965］型の 2 期間重複世代モデル（two-period Overlapping Generations Model）の枠組みのもと，家計は，若年期首に居住する地域（地域 i あるいは地域 j）を選択するが，地域間の移動に関し，コストは発生しない。

(2)　消費

両地域の家計とも財 1 及び財 2 を消費する。その際，地域 i の家計は財 2 を，地域 j の家計は財 1 を，それぞれの財の生産が行われる他の地域から移入する。財の移入に際して発生する輸送費については家計が負担する。

2 期間重複世代モデルの枠組みのもと，家計は，若年期に資産を購入し，(老年期の生活に備えて）資産を運用する。資産については，大きく，資本，土地の 2 種類に分類される。このうち，土地については，産業用地（生産活動に利用される土地）及び遊休地（生産活動に利用されない土地）の 2 種類に分類される。このうち，産業用地に関しては，売却する際，所有者がコストを負担し，更地に利用転換し，次代の所有者に利用形態を委ねる（野口［1985］)。

(3)　生産

直前で示したように，最終消費財は，財 1 及び財 2 の 2 種類存在するが，地域 i は財 1 の生産に，地域 j は財 2 の生産に，それぞれ完全特化する。

両地域に固有の部門として，最終消費財を生産する部門（製造業部門)，世代交代に際し，土地を売却するに先立ち，土地（産業用地）の利用転換を行う（産業用地を更地に戻す作業を行う）部門（土地利用転換サービス部門）の 2 つの部門が生産活動に従事する。

財の輸送を担う部門は，両地域が共同で運営する。両地域の家計とも，生活の糧を得るため，毎期 1 単位の労働力を，地域内の 2 つの部門，つまり，製造業部門，土地利用転換サービス部門，及び地域共通の輸送サービス部門の計 3 つの部門の中から選択し，供給する。

2.　企業の行動

完全競争の仮定のもと, 両地域とも生産活動を行う部門として, 製造業部門及び土地利用転換サービス部門を想定する。ただし，2 つの地域とも，労働人口は総人口，及び家計数に等しい。

(1)　製造業部門

両地域（地域 i 及び j）とも，製造業部門は実物資本，土地及び労働を用いて日常生活に必要なあらゆる財及び実物資本の生産を，同一の技術を用いて行う。また，地域 i の第 t 期における代表的企業の生産水準を $\hat{y}_{mi}(t)$ とし，製造業部門の生産活動に使用される土地及び労働力を，それぞれ，$\hat{k}_{mi}(t),\hat{l}_{mi}(t),\hat{n}_{mi}(t)$ とし，次の Cobb-Douglas 型の生産関数を想定する。

(2-2)
$$\hat{y}_{mi}(t)=F(\hat{k}_{mi}(t),\hat{l}_{mi}(t),\hat{n}_{mi}(t))=A\hat{k}_{mi}(t)^{x}\hat{l}_{mi}(t)^{z}\hat{n}_{mi}(t)^{\omega}G_i(t)^{\lambda}N_i(t)^{\varepsilon},$$
$$0<x<1,0<z<1,0<\omega<1,x+z+\omega=1,\lambda>0,\varepsilon<0.$$

上記（2-2）における $G_i(t)^{\lambda}$ は，生産を行うに際し，地域 i 固有の社会資本を無償で利用することにより，もたらされる正の外部効果を表す（Barro［1990］)。また，$N_i(t)^{\varepsilon}$ は，人口の増大による混雑が地域 i の生産活動にもたらす負の外部効果を表す（Futagami, Morita and Shibata［1993］)。

ここに，両地域とも企業規模は等しく，企業数はそれぞれの地域における労働人口に等しいものとする。また，$Y_{mi}(t),K_{mi}(t),L_{mi}(t),N_{mi}(t)$ を，それぞれ地域 i における生産量，実物資本，産業用地及び労働力の水準であるものとすると，仮定により，以下（2-3）が成立する。

(2-3)
$$Y_{mi}(t)=N_i(t)\hat{y}_{mi}(t),K_{mi}(t)=N_i(t)\hat{k}_{mi}(t),L_m(t)=N_i(t)\hat{l}_{mi}(t),N_{mi}(t)=N_i(t)\hat{n}_m(t).$$

いま，$\lambda=1-x,\varepsilon=-\omega$ とおくと，生産関数（2-2）は，以下（2-2′）のように書き換えられる。

(2-2′)
$$Y_{mi}(t)=AL_{mi}(t)^{z}n_{mi}(t)^{\omega}g_i(t)^{1-x}K_{mi}(t).$$

ただし，$Y_{mi}(t)$ は地域 i における製造業部門の生産水準，$n_{mi}(t)\equiv N_{mi}(t)/N_i(t)$ は，総人口 $N_i(t)$ に占める製造業部門に雇用される労働力 $N_{mi}(t)$ の割合，また，$g_i(t)\equiv G_i(t)/K_{mi}(t)$ は，実物資本

に対する社会資本の比率である。

次に，地域 i における財及び実物資本の価格を 1 とする（numeraire）。また，地域 j における財及び実物資本の価格を $p_2(t)$ とし，また，資本レンタル率，地代，製造業部門の名目労働賃金率を，それぞれ $r_{mi}(t), \pi_{mi}(t), w_{mi}(t)$ とおくと，利潤最大化行動により，以下（2-4）～（2-6）が導かれる。

（2-4a） $$r_{mi}(t) = xAL_{mi}(t)^z n_{mi}(t)^{\omega} g_i(t)^{1-x},$$

（2-4b） $$r_{mj}(t) = p_2(t)xAL_{mj}(t)^z n_{mj}(t)^{\omega} g_j(t)^{1-x},$$

（2-5a） $$\pi_{mi}(t) = zAL_{mi}(t)^{z-1} n_{mi}(t)^{\omega} g_i(t)^{1-x} K_{mi}(t),$$

（2-5b） $$\pi_{mj}(t) = p_2(t)zAL_{mj}(t)^{z-1} n_{mj}(t)^{\omega} g_j(t)^{1-x} K_{mj}(t),$$

（2-6a） $$w_{mi}(t) = \omega AL_{mi}(t)^z n_{mi}(t)^{\omega-1} g_i(t)^{1-x} K_{mi}(t) N_i(t)^{-1},$$

（2-6b） $$w_{mj}(t) = p_2(t)\omega AL_{mj}(t)^z n_{mj}(t)^{\omega-1} g_j(t)^{1-x} K_{mj}(t) N_j(t)^{-1}.$$

（2）　土地利用転換サービス部門

土地の用途選択はその時点の土地所有者によって行われるため，生産的土地（産業用地）については毎期売却の際に更地へ利用転換することとなる。そこで，土地の利用転換に専業する部門，すなわち，土地利用転換サービス部門の存在を仮定する。

土地の利用転換を行う際の本源的な生産要素は労働力であるが，その際，製造業部門と同様，ストックとしての社会資本を無償で利用することができるものとする。いま，地域 i において第 t 期に提供される土地利用転換サービスの総量を $Y_{bi}(t)$，投入される労働力及び地域 i における労働力全体に占める割合を，それぞれ $N_{bi}(t)$ 及び $n_{bi}(t)$ とし，次のような生産関数を仮定する。

（2-7） $$Y_{bi}(t) = BN_{bi}(t)\left(\frac{G_i(t)}{N_i(t)}\right) = Bn_{bi}(t)G_i(t), B > 0.$$

上記（2-7）は，土地利用転換サービス 1 単位の生産に必要な労働力は，$N_i(t)/BG_i(t)$ であることを意味する。つまり，Futagami, Morita and Shibata［1993］らが想定するように，ストックとしての社会資本は，人口増加に伴う混雑によって生産活動に資するサービス水準が低下する。

効率単位で測った 1 単位の産業用地の利用転換に 1 単位のサービスを投入するものと仮定する。効率単位で測った産業用地の水準を $L^*_{mi}(t)$ で表すと，サービスの需給均衡式は，次で与えられる。

（2-8） $$L^*_{mi}(t) = Bn_{bi}(t)G_i(t).$$

ここに，効率単位ではかった産業用地の水準は，次の（2-9）で表される。

（2-9） $$L^*_{mi}(t) \equiv K_{mi}(t)L_{mi}(t),$$

ここに，（2-8）の両辺を $K_{mi}(t)$ で除することにより，（2-8′）が得られる。

（2-8′） $$L_{mi}(t) = Bn_{bi}(t)g_i(t).$$

いま，土地利用転換サービス 1 単位の価格を $p_{bi}(t)$，土地利用転換部門の名目賃金を $w_{bi}(t)$ とすると，同部門の利潤は，労働力 $N_{bi}(t)$ の関数として，

$$\Pi_{bi}(N_{bi}(t)) = p_{bi}(t)BN_{bi}(t)\left(\frac{G_i(t)}{N_i(t)}\right) - w_{bi}(t)N_{bi}(t)$$

と表わされる。ゆえに，サービス生産量が正になるような完全競争均衡は，次で与えられる。

(2-10) $$w_{bi}(t)N_i(t) = Bp_{bi}(t)G_i(t).$$

(3)　輸送部門

地域 i においては財1のみが，地域 j においては財2のみがそれぞれ生産されることから，財1に関しては地域 i から地域 j へ，財2に関しては地域 j から地域 i へ，それぞれ輸送される。

両地域共通の輸送部門が担う財の輸送については，労働力を投入し，社会資本（輸送インフラ）を無償で利用して行われる。いま，第 t 期に提供される輸送サービスの総量を $Y_c(t)$，投入される労働力を $N_c(t)$，及び輸送インフラを $G_c(t)$ とし，次に示すような生産関数を仮定する。

(2-11) $$Y_c(t) = N_c(t)\left(\frac{G_c(t)}{N}\right).$$

ただし，$N_c(t)$ は両地域の家計が供出する労働力の合計であることから，以下が成り立つ。

(2-12) $$N_{ci}(t) + N_{cj}(t) = N_c(t).$$

ここに地域 i 及び j における輸送部門の労働力の割合を，それぞれ $n_{ci}(t)$ 及び $n_{cj}(t)$ とおくと，

$$\frac{N_c(t)}{N} = \frac{N_{ci}(t) + N_{cj}(t)}{N} = n_i(t)n_{ci}(t) + n_j(t)n_{cj}(t)$$

であることから，(2-11) は，以下のように書き換えることができる。

(2-11′) $$Y_c(t) = [n_i(t)n_{ci}(t) + n_j(t)n_{cj}(t)]G_c(t).$$

いま，輸送サービス1単位の価格を $p_c(t)$，輸送部門における名目賃金を $w_c(t)$ とすると，同部門の第 t 期における利潤は，労働力 $N_c(t)$ の関数として，

(2-13) $$\Pi_c(N_c(t)) = p_c(t)N_c(t)\left(\frac{G_c(t)}{N}\right) - w_c(t)N_c(t)$$

と表わされる。ゆえに，サービス生産量が正になるような完全競争均衡は，以下で与えられる。

(2-14) $$w_c(t)N = p_c(t)G_c(t).$$

第1財及び第2財とも輸送サービス1単位ずつを投入して輸送されること，及び輸送部門は，輸送インフラの建設も行うことを仮定すると，輸送サービスの需給均衡式は次のように表される。

(2-15) $$C_{2i}^y(t) + C_{2i}^o(t) + C_{1j}^y(t) + C_{1j}^o(t) + G_c(t+1) - G_c(t) = Y_c(t).$$

3.　家計の行動

(1)　効用関数

既述のように，各家計は若年期において，非弾力的に1単位の労働力を提供し，稼得する労働所得の一部を消費に充て，その残りを貯蓄に回し，老年期の消費に備えるが，地域 i における第 t 期の家計の生涯効用は，次のように表される（地域 j の家計の効用関数も同様）。

(2-16)
$$u_i(c_{1i}^y(t), c_{2i}^y(t), c_{1i}^o(t+1), c_{2i}^o(t+1)) = \alpha \log c_{1i}^y(t) + \beta \log c_{2i}^y(t) + \frac{1}{1+\rho}(\alpha \log c_{1i}^o(t+1) + \beta \log c_{2i}^o(t+1)), \alpha + \beta = 1.$$

ただし，$0 < \rho < 1$ は，世代間の割引率である。また，$c_{1i}^y(t), c_{2i}^y(t)$ は，それぞれ，若年期の，$c_{1i}^o(t+1), c_{2i}^o(t+1)$ は，それぞれ，老年期における第1財，第2財の消費水準である。

(2)　予算制約式

両地域の家計とも若年期に稼いだ所得を財1及び財2の購入に充てるが，労働所得であるか，利子所得であるかを問わず，所得に対し，一定の税率（θ）で所得税を課される。このとき，地域 i 及び地域 j における若年期の予算制約式は，それぞれ，以下のように表される。

(2-17a)
$$c_{1i}^y(t) + \widetilde{p}_2(t) c_{2i}^y(t) + s_i(t) = (1-\theta) w_i(t),$$

(2-17b)
$$\widetilde{p}_1(t) c_{1j}^y(t) + p_2(t) c_{2j}^y(t) + s_j(t) = (1-\theta) w_j(t).$$

次に，地域 i 及び地域 j における老年期の予算制約式は，それぞれ以下のように表される。

(2-18a)
$$c_{1i}^o(t+1) + \widetilde{p}_2(t+1) c_{2i}^o(t+1) = [1 + (1-\theta) r_i(t+1)] s_i(t),$$

(2-18b)
$$\widetilde{p}_1(t+1) c_{1j}^o(t+1) + p_2(t+1) c_{2j}^o(t+1) = [1 + (1-\theta) r_j(t+1)] s_j(t).$$

上記（2-17a），（2-17b），（2-18a），（2-18b）において，$\widetilde{p}_1(t)$は，地域 j の家計が財1を購入する際の輸送費を含む価格を $\widetilde{p}_2(t)$ は，地域 i の家計が財2を購入する際の輸送費を含む価格を意味する。

$$\widetilde{p}_1(t) = 1 + p_c(t),$$
$$\widetilde{p}_2(t) = p_2(t) + p_c(t).$$

(3)　効用最大化の必要条件

地域 i については，予算制約式（2-17a），（2-18a）のもと，地域 j については，（2-17b），（2-18b）のもと，効用を最大化するよう行動するが，効用最大化の一階の必要条件は，以下のとおりである。

(2-19a)
$$\alpha \widetilde{p}_2(t) c_{2i}^y(t) = \beta c_{1i}^y(t),$$

(2-19b)
$$\alpha p_2(t) c_{2j}^y(t) = \beta \widetilde{p}_1(t) c_{1j}^y(t),$$

(2-20a)
$$\alpha \widetilde{p}_2(t+1) c_{2i}^o(t+1) = \beta c_{1i}^o(t+1),$$

(2-20b)
$$\alpha p_2(t+1) c_{2j}^o(t+1) = \beta \widetilde{p}_1(t+1) c_{1j}^0(t+1),$$

(2-21a)
$$[1 + (1-\theta) r_i(t+1)] c_{1i}^y(t) = (1+\rho) c_{1i}^o(t+1),$$

(2-21b)
$$[1 + (1-\theta) r_j(t+1)] \widetilde{p}_1(t) c_{1j}^y(t) = (1+\rho) \widetilde{p}_1(t+1) c_{1j}^0(t+1).$$

(4)　需要関数

以上（2-19a），（2-19b）～（2-21a），（2-21b）を予算制約式に適用し，以下の需要関数を得る。

(2-22a)
$$c_{1i}^{y}(t)=\frac{\alpha(1+\rho)}{2+\rho}(1-\theta)w_i(t),$$

(2-22b)
$$c_{1j}^{y}(t)=\frac{\alpha(1+\rho)}{(2+\rho)\widetilde{p}_1(t)}(1-\theta)w_j(t),$$

(2-23a)
$$c_{2i}^{y}(t)=\frac{\beta(1+\rho)}{(2+\rho)\widetilde{p}_2(t)}(1-\theta)w_i(t),$$

(2-23b)
$$c_{2j}^{y}(t)=\frac{\beta(1+\rho)}{(2+\rho)p_2(t)}(1-\theta)w_j(t),$$

(2-24a)
$$c_{1i}^{o}(t+1)=\frac{\alpha[1+(1-\theta)r_i(t+1)]}{2+\rho}(1-\theta)w_i(t),$$

(2-24b)
$$c_{1j}^{o}(t+1)=\frac{\alpha[1+(1-\theta)r_j(t+1)]}{(2+\rho)\widetilde{p}_1(t+1)}(1-\theta)w_j(t),$$

(2-25a)
$$c_{2i}^{o}(t+1)=\frac{\beta[1+(1-\theta)r_i(t+1)]}{(2+\rho)\widetilde{p}_2(t+1)}(1-\theta)w_i(t),$$

(2-25b)
$$c_{2j}^{o}(t+1)=\frac{\beta[1+(1-\theta)r_j(t+1)]}{(2+\rho)p_2(t+1)}(1-\theta)w_j(t).$$

(5)　貯蓄関数

また，（2-19a），（2-19b）～（2-21a），（2-21b）を予算制約式に適用し，以下の貯蓄関数を得る。

(2-26a)
$$s_i(t)=\frac{1}{2+\rho}(1-\theta)w_i(t),$$

(2-26b)
$$s_j(t)=\frac{1}{2+\rho}(1-\theta)w_j(t).$$

(6)　集計

以上で示した需要関数（2-22a），（2-22b）～（2-25a），（2-25b）及び貯蓄関数（2-26a），（2-26b）の両辺に，それぞれの地域における人口 $N_i(t)$ 及び $N_j(t)$ を乗じ，地域全体で集計すると，以下を得る。

(2-22a′)
$$C_{1i}^{y}(t)=\frac{\alpha(1+\rho)}{2+\rho}(1-\theta)w_i(t)N_i(t),$$

(2-22b′)
$$C_{1j}^{y}(t)=\frac{\alpha(1+\rho)}{(2+\rho)\widetilde{p}_1(t)}(1-\theta)w_j(t)N_j(t),$$

(2-23a′)
$$C_{2i}^{y}(t)=\frac{\beta(1+\rho)}{(2+\rho)\tilde{p}_2(t)}(1-\theta)w_i(t)N_i(t),$$

(2-23b′)
$$C_{2j}^{y}(t)=\frac{\beta(1+\rho)}{(2+\rho)p_2(t)}(1-\theta)w_j(t)N_j(t),$$

(2-24a′)
$$C_{1i}^{o}(t+1)=\frac{\alpha[1+(1-\theta)r_i(t+1)]}{2+\rho}(1-\theta)w_i(t)N_i(t),$$

(2-24b′)
$$C_{1j}^{o}(t+1)=\frac{\alpha[1+(1-\theta)r_j(t+1)]}{(2+\rho)\tilde{p}_1(t+1)}(1-\theta)w_j(t)N_j(t),$$

(2-25a′)
$$C_{2i}^{o}(t+1)=\frac{\beta[1+(1-\theta)r_i(t+1)]}{(2+\rho)\tilde{p}_2(t+1)}(1-\theta)w_i(t)N_i(t),$$

(2-25b′)
$$C_{2j}^{o}(t+1)=\frac{\beta[1+(1-\theta)r_j(t+1)]}{(2+\rho)p_2(t+1)}(1-\theta)w_j(t)N_j(t),$$

(2-26a′)
$$S_i(t)=\frac{1}{2+\rho}(1-\theta)w_i(t)N_i(t),$$

(2-26b′)
$$S_j(t)=\frac{1}{2+\rho}(1-\theta)w_j(t)N_j(t).$$

最後に，両地域の予算制約式（2-17a）～（2-18b）についても地域ごとに集計する。

(2-17a′)
$$C_{1i}^{y}(t)+\tilde{p}_2(t)C_{2i}^{y}(t)+S_i(t)=(1-\theta)w_i(t)N_i(t),$$

(2-17b′)
$$\tilde{p}_1(t)C_{1j}^{y}(t)+p_2(t)C_{2j}^{y}(t)+S_j(t)=(1-\theta)w_j(t)N_j(t),$$

(2-18a′)
$$C_{1i}^{o}(t+1)+\tilde{p}_2(t+1)C_{2i}^{o}(t+1)=[1+(1-\theta)r_i(t+1)]S_i(t),$$

(2-18b′)
$$\tilde{p}_1C_{1j}^{o}(t+1)+p_2(t+1)C_{2j}^{o}(t+1)=[1+(1-\theta)r_j(t+1)]S_j(t).$$

(7)　家計による居住地域の選択

家計は，若年期首に居住地を決定するが，仮定により，両地域の効用水準は，毎時点等しい。つまり，各時点の両地域の家計の効用を $u_i(t)$, $u_j(t)$ とおくと，常に $u_i(t)=u_j(t)$ が成立する。

地域 i における家計の効用関数（2-16）に（2-22a）～（2-25a）を代入すると，以下が成立する。

(2-27a)
$$u_i(t)=\frac{2+\rho}{1+\rho}\log(1-\theta)w_i(t)-\beta\log\tilde{p}_2(t)+\frac{1}{1+\rho}\log[1+(1-\theta)r_i(t+1)]-\frac{\beta}{1+\rho}\log\tilde{p}_2(t+1)$$
$$+\frac{2+\rho}{1+\rho}\left(\alpha\log\alpha+\beta\log\beta+\log\frac{1+\rho}{2+\rho}\right)-\frac{1}{1+\rho}\log(1+\rho).$$

地域 j における家計の効用については (2-22a)～(2-25a) を代入することにより，次が成立する。

$$u_j(t)=\frac{2+\rho}{1+\rho}\log(1-\theta)w_j(t)-(\alpha\log\tilde{p}_1(t)+\beta\log p_2(t))$$

$$+\frac{1}{1+\rho}\log[1+(1-\theta)r_j(t+1)]-\frac{1}{1+\rho}(\alpha\log\tilde{p}_1(t+1)+\beta\log p_2(t+1))$$

(2-27b)
$$+\frac{2+\rho}{1+\rho}\left(\alpha\log\alpha+\beta\log\beta+\log\frac{1+\rho}{2+\rho}\right)-\frac{1}{1+\rho}\log(1+\rho).$$

以上により，$u_i(t)=u_j(t)$ が成立するための必要十分条件は，以下で与えられる。

$$\frac{2+\rho}{1+\rho}\log(1-\theta)w_i(t)-\beta\log\tilde{p}_2(t)+\frac{1}{1+\rho}\log[1+(1-\theta)r_i(t+1)]-\frac{\beta}{1+\rho}\log\tilde{p}_2(t+1)$$

(2-28)
$$=\frac{2+\rho}{1+\rho}\log(1-\theta)w_j(t)-(\alpha\log\tilde{p}_1(t)+\beta\log p_2(t))$$

$$+\frac{1}{1+\rho}\log[1+(1-\theta)r_j(t+1)]-\frac{1}{1+\rho}(\alpha\log\tilde{p}_1(t+1)+\beta\log p_2(t+1)).$$

4.　市場均衡

(1)　労働市場

地域 i における労働人口が $N_i(t)$ であるから，次の労働市場の需給均衡式が成立する。

(2-29)
$$N_{mi}(t)+N_{bi}(t)+N_{ci}(t)=N_i(t).$$

この（2-29）の両辺を $N_i(t)$ で除すると，以下（2-29′）が得られる。

(2-29′)
$$n_{mi}(t)+n_{bi}(t)+n_{ci}(t)=1.$$

次に，地域 i の労働市場における裁定条件は，これら 3 部門における貨幣賃金率が等しくなること（$w_i(t)=w_{mi}(t)=w_{bi}(t)=w_c(t)$）であるから，以下（2-30a）が成立する。

(2-30a)
$$w_i(t)=\omega AL_{mi}(t)^z n_{mi}(t)^{\omega-1}g_i(t)^{1-x}K_{mi}(t)N_i(t)^{-1}=Bp_{bi}(t)G_i(t)N_i(t)^{-1}=p_c(t)G_c(t)N^{-1}.$$

同様に，地域 j の労働市場における裁定条件は，これら 3 部門における貨幣賃金率が等しくなること（$w_j(t)=w_{mj}(t)=w_{bj}(t)=w_c(t)$）であるから，次の（2-30b）が成立する。

(2-30b)
$$w_j(t)=p_2(t)\omega AL_{mj}(t)^z n_{mj}(t)^{\omega-1}g_j(t)^{1-x}K_{mj}(t)N_j(t)^{-1}=Bp_{bj}(t)G_j(t)N_j(t)^{-1}=p_c(t)G_c(t)N^{-1}.$$

また，上記（2-30a）及び（2-30b）より，毎時 $w_i(t)=w_j(t)$ が成立することがわかる。つまり，

(2-31)
$$L_{mi}(t)^z n_{mi}(t)^{\omega-1}g_i(t)^{1-x}K_{mi}(t)N_i(t)^{-1}=p_2(t)L_{mj}(t)^z n_{mj}(t)^{\omega-1}g_j(t)^{1-x}K_{mj}(t)N_j(t)^{-1}.$$

(2)　土地市場

ここに，$L_{vi}(t)$ を地域 i における遊休地とする。また，地域 i における土地の総量は一定（L_i）であることを仮定すると，以下の土地市場における需給均衡式を得る。

(2-32) $$L_{mi}(t)+L_{vi}(t)=L_i.$$

(3)　資産市場

a.　資産市場における需給均衡

ここに，資本移動が両地域間で調整コストなしに自由に行われることを仮定する。また，家計は貯蓄を原資とし，完全予見（perfect foresight）の仮定のもと，資本及び 2 種類の土地（産業用地及び遊休地）の計 3 種類のいずれかを選択，購入し，資産市場で運用する。

2 期間世代モデルの仮定に基づき，家計は，若年期末に貯蓄を資産の購入に充当する。また，家計が保有する 2 種類の土地は，売却に先立ち，すべて更地にされることから，取引が行われる際，用途に関わらず同一の価格が適用される。そこで，$q_i(t)$ 及び $q_j(t)$ を，それぞれ地域 i 及び地域 j における用途共通の土地価格とすると，以下の資産市場の需給均衡式（2-33）が成立する。

(2-33) $$S_i(t)+S_j(t)=K_{mi}(t+1)+q_i(t)L_i+p_2(t)K_{mj}(t+1)+q_j(t)L_j.$$

b.　資産市場における裁定条件：民間資本と遊休地の運用

実物資本が 100% 減耗することを仮定する。このとき，完全予見の仮定のもと，資産を実物資本で運用した場合と預金等で運用した場合の裁定条件は，互いの収益率が等しい，つまり，$r_i(t)=r_{mi}(t)-1$ であるから，（2-4a）により，以下（2-34a）で表わされる。

(2-34a) $$r_i(t)=xAL_{mi}(t)^z\,n_{mi}(t)^{\omega}\,g_i(t)^{1-x}-1.$$

地域 j における実物資本の価格は $p_2(t)$ であるから，100% 資本減耗を仮定すると，実物資本で運用した場合と預金等で運用した場合の裁定条件は，以下（2-34b）で表わされる。

(2-34b) $$\frac{r_{mj}(t+1)-p_2(t)}{p_2(t)}=r_j(t+1).$$

また，預金等での運用と遊休地での運用の裁定条件は，以下（2-35a）及び（2-35b）で表わされる。

(2-35a) $$r_i(t+1)=\frac{q_i(t+1)-q_i(t)}{q_i(t)},$$

(2-35b) $$r_j(t+1)=\frac{q_j(t+1)-q_j(t)}{q_j(t)}.$$

c.　資産市場における裁定条件：生産的土地の運用

資産を産業用地と遊休地で運用した場合の裁定条件は，次の（2-36a）及び（2-36b）のように，産業用地の地代 $\pi_{mi}(t)$ 及び $\pi_{mj}(t)$ が，効率単位で測った利用転換費用に等しくなることである。

(2-36a) $$\pi_{mi}(t)=p_{bi}(t)K_{mi}(t),$$

(2-36b) $$\pi_{mj}(t)=p_{bj}(t)K_{mj}(t).$$

（4）　財市場

住宅資本及び社会資本の建設とも，既存の資源を費消して行われることから，地域 i 及び j における財市場の需給均衡式は，以下のように表される。

(2-37a)　$$Y_{mi}(t)=C_{1i}^{y}(t)+C_{1i}^{o}(t)+C_{1j}^{y}(t)+C_{1j}^{o}(t)+K_{mi}(t+1)+G_i(t+1)-G_i(t),$$

(2-37b)　$$Y_{mj}(t)=C_{2i}^{y}(t)+C_{2i}^{o}(t)+C_{2j}^{y}(t)+C_{2j}^{o}(t)+K_{mj}(t+1)+G_j(t+1)-G_j(t).$$

（5）　政府部門

両地域の家計から徴収した所得税収を，地域 i における社会資本，地域 j における社会資本，及び輸送インフラの建設の費用に配分することを仮定する。税収の配分比率を τ_i，τ_j 及び τ_c $(\tau_i+\tau_j+\tau_c=1)$ とすると，以下が成立する。

(2-38a)　$$G_i(t+1)-G_i(t)=\tau_i\theta\left\{[w_i(t)N_i(t)+r_i(t)S_i(t-1)]+[w_j(t)N_j(t)+r_j(t)S_j(t-1)]\right\},$$

(2-38b)　$$p_2(t)[G_j(t+1)-G_j(t)]=\tau_j\theta\left\{[w_i(t)N_i(t)+r_i(t)S_i(t-1)]+[w_j(t)N_j(t)+r_j(t)S_j(t-1)]\right\},$$

(2-39)　$$p_c(t)[G_c(t+1)-G_c(t)]=\tau_c\theta\left\{[w_i(t)N_i(t)+r_i(t)S_i(t-1)]+[w_j(t)N_j(t)+r_j(t)S_j(t-1)]\right\}.$$

III　動学体系

1.　動学体系の構築に向けて（モデルの整理）

（1）　労働市場の需給均衡式より

はじめに，(2-5a)，(2-5b)，(2-36a) 及び (2-36b) より，以下 (3-1a) 及び (3-1b) が得られる。

(3-1a)　$$p_{bi}(t)=zAL_{mi}(t)^{z-1}n_{mi}(t)^{\omega}g_i(t)^{1-x},$$

(3-1b)　$$p_{bj}(t)=p_2(t)zAL_{mj}(t)^{z-1}n_{mj}(t)^{\omega}g_j(t)^{1-x}.$$

次に，(3-1a)，(3-1b) 及び (2-30a) 及び (2-30b) より $p_{bi}(t), p_{bj}(t)$ を消去し，以下が得られる。

(3-2a)　$$n_{mi}(t)=\frac{\omega}{zB}L_{mi}(t)g_i(t)^{-1},$$

(3-2b)　$$n_{mj}(t)=\frac{\omega}{zB}L_{mj}(t)g_j(t)^{-1}.$$

他方，(2-8′) より，以下の (3-3a) 及び (3-3b) が得られる。

(3-3a)　$$n_{bi}(t)=\frac{1}{B}L_{mi}(t)g_i(t)^{-1},$$

(3-3b)　$$n_{bj}(t)=\frac{1}{B}L_{mj}(t)g_j(t)^{-1}.$$

以上，(3-2a)，(3-3a)，(3-2b)，(3-3b) を労働市場の需給均衡式 (2-29′) に適用し，以下が得られる。

(3-4a)
$$\frac{1}{zB}(1-x)L_{mi}(t)=(1-n_{ci}(t))g_i(t),$$

(3-4b)
$$\frac{1}{zB}(1-x)L_{mj}(t)=(1-n_{cj}(t))g_j(t).$$

(2)　要素価格の変形

はじめに，(2-4a) 及び (2-4b) に (3-2a) 及び (3-2b) を適用することにより，以下 (3-5a)，(3-5b) を得る。

(3-5a)
$$r_{mi}(t)=xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{1-x}g_i(t)^z,$$

(3-5b)
$$r_{mj}(t)=p_2(t)xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mj}(t)^{1-x}g_j(t)^z.$$

次に，(3-2a) 及び (3-2b) を (3-1a) 及び (3-1b) に適用することにより，以下 (3-6a)，(3-6b) を得る。

(3-6a)
$$p_{bi}(t)=zA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^z,$$

(3-6b)
$$p_{bj}(t)=p_2(t)zA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mj}(t)^{-x}g_j(t)^z.$$

次に，(2-36a) に (3-6a) を，(2-36b) に (3-6b) を，それぞれ適用し，以下 (3-7a) 及び (3-7b) を得る。

(3-7a)
$$\pi_{mi}(t)=zA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^zK_{mi}(t),$$

(3-7b)
$$\pi_{mj}(t)=p_2(t)zA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mj}(t)^{-x}g_j(t)^zK_{mj}(t).$$

ここで，(2-6a) 及び (2-6b) に (3-2a) 及び (3-2b) を適用することにより，以下 (3-8a)，(3-8b) を得る。

(3-8a)
$$w_{mi}(t)=\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}K_{mi}(t)N_i(t)^{-1},$$

(3-8b)
$$w_{mj}(t)=p_2(t)\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mj}(t)^{-x}g_j(t)^{1+z}K_{mj}(t)N_j(t)^{-1}.$$

2．動学体系の集約

(1)　労働市場における裁定

直前の (3-8a) 及び (3-8b) において，毎時 $w_i(t)=w_j(t)$ が成立していることから，以下を得る。

(3-9) $$p_2(t)k(t)L_{mj}(t)^{-x}g_j(t)^{1+z}=L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}\frac{1-n_i(t)}{n_i(t)},k(t)\equiv\frac{K_{mj}(t)}{K_{mi}(t)}.$$

また，$g_c(t)\equiv G_c(t)/K_{mi}(t)$ とおくと，(2-30a) 及び (3-8a) より，次の (3-10) が得られる。

(3-10) $$p_c(t)n_i(t)g_c(t)=\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}.$$

(2)　資本移動の完全性

資本は，地域間を調整コストなしに自由に移動することから，常に $r_i(t)=r_j(t)$ が成立する。そこで，(3-5a) 及び (3-5b) を，(2-34a) 及び (2-34b) に適用すると，次の (3-11) を得る。

(3-11) $$L_{mi}(t+1)^{1-x}g_i(t+1)^z=\frac{p_2(t+1)}{p_2(t)}L_{mj}(t+1)^{1-x}g_j(t+1)^z.$$

ここで，(3-11) を考慮しつつ，改めて，以下 (3-12) を定義する。

(3-12) $$\begin{aligned}&1+(1-\theta)r_i(t+1)=1+(1-\theta)r_j(t+1)\\&=\theta+(1-\theta)xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t+1)^{1-x}g_i(t+1)^z\equiv R(L_{mi}(t+1),g_i(t+1)).\end{aligned}$$

(3)　輸送サービス市場の需給均衡

ここに，(2-22b′)，(2-23a′)，(2-24b′)，(2-25a′)，(3-8a)，(3-8b)，(3-9)，(3-10)，(3-11)，(3-12) を (2-15) の左辺に，(2-11′)，(3-4a)，(3-4b) を (2-15) の右辺に，それぞれ適用すると，以下を得る（付録1）。

(3-13)
$$\begin{aligned}&(1-\theta)\frac{1+\rho}{2+\rho}\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}\left\{\frac{\beta}{p_2(t)+p_c(t)}n_i(t)+\frac{\alpha}{1+p_c(t)}(1-n_i(t))\right\}\\
&+(1-\theta)\frac{R(L_{mi}(t),g_i(t))}{2+\rho}\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t-1)^{-x}g_i(t-1)^{1+z}n_i(t-1)^{-1}\left(\frac{K_{mi}(t)}{K_{mi}(t-1)}\right)^{-1}\times\\
&\left\{\frac{\beta}{p_2(t)+p_c(t)}n_i(t-1)+\frac{\alpha}{1+p_c(t)}(1-n_i(t-1))\right\}\\
&+\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}\frac{1}{p_c(t+1)}\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t+1)^{-x}g_i(t+1)^{1+z}n_i(t+1)^{-1}\\
&-\frac{1}{p_c(t)}\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}\\
&=\frac{1}{p_c(t)}\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}\times\end{aligned}$$

$$\left[n_i(t)\left\{1-\frac{1-x}{zB}\frac{L_{mi}(t)}{g_i(t)}\right\}+(1-n_i(t))\left\{1-\frac{1-x}{zB}p_2(t)k(t)\left(\frac{p_2(t)}{p_2(t-1)}\right)^{-1}\left(\frac{1-n_i(t)}{n_i(t)}\right)^{-1}\frac{L_{mi}(t)}{g_i(t)}\right\}\right].$$

(4)　財市場の需給均衡

いま，（3-2a）及び（3-2b）を考慮しつつ，（2-2′）より，以下（3-14）が成立する。

(3-14)
$$Y_{mi}(t)=A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{1-x}g_i(t)^zK_{mi}(t).$$

地域 i における財市場の需給均衡式（2-37a）の左辺に（3-14）を，右辺に（2-22a′），（2-22b′），（2-24a′），（2-24b′）を適用し，（3-9），（3-10），（3-11），（3-12）を考慮することにより，以下を得る。

(3-15)
$$\begin{aligned}&(1-\theta)\frac{1+\rho}{2+\rho}\alpha\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}\left\{n_i(t)+\frac{1}{1+p_c(t)}(1-n_i(t))\right\}\\&+(1-\theta)\frac{R(L_{mi}(t),g_i(t))}{2+\rho}\alpha\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t-1)^{-x}g_i(t-1)^{1+z}n_i(t-1)^{-1}\left(\frac{K_{mi}(t)}{K_{mi}(t-1)}\right)^{-1}\times\\&\left\{n_i(t-1)+\frac{1}{1+p_c(t)}(1-n_i(t-1))\right\}\\&+\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}+\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}g_i(t+1)-g_i(t)=A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{1-x}g_i(t)^z.\end{aligned}$$

(5)　資本蓄積式

各地域の実物資本と土地の比率を $v_i(t)\equiv q_i(t)L_i/K_{mi}(t), v_j(t)\equiv q_j(t)L_j/K_{mj}(t)$ と定義し，（2-33）の左辺に（2-26a′）及び（2-26b′）を適用し，（3-8a），（3-8b），（3-9）を考慮すると，以下（3-16）を得る。

(3-16)
$$\begin{aligned}&(1-\theta)\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}\\&=(2+\rho)\left\{\left(\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}+v_i(t)\right)+p_2(t)k(t)\left(\frac{K_{mj}(t+1)}{K_{mj}(t)}+\frac{v_j(t)}{p_2(t)}\right)\right\}.\end{aligned}$$

(6)　政府部門の均衡

地域 i における政府部門の均衡式（2-38a），地域 j における政府部門の均衡式（2-38b），及び輸送インフラに関する均衡式（2-39）それぞれの右辺に，（3-5a），（3-5b），（3-9）及び（3-11）を考慮しつつ，（2-34a），（2-34b），（3-8a），（3-8b）及び（2-33）を適用すると，以下（3-17a），（3-17b），（3-18）が得られる。

$$
\begin{aligned}
&\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}g_i(t+1)-g_i(t)=\tau_i\theta\left(xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{1-x}g_i(t)^z-1\right)\times \\
&\left\{\left(1+v_i(t-1)\frac{K_{mi}(t-1)}{K_{mi}(t)}\right)+p_2(t-1)k(t)\left(1+\frac{v_j(t-1)}{p_2(t-1)}\frac{K_{mj}(t-1)}{K_{mj}(t)}\right)\right\} \\
&+\tau_i\theta\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}.
\end{aligned}
\tag{3-17a}
$$

$$
\begin{aligned}
&\left[\frac{K_{mj}(t+1)}{K_{mj}(t)}g_j(t+1)-g_j(t)\right]k(t)=\frac{\tau_j\theta}{p_2(t)}\left(xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{1-x}g_i(t)^z-1\right)\times \\
&\left\{\left(1+v_i(t-1)\frac{K_{mi}(t-1)}{K_{mi}(t)}\right)+p_2(t-1)k(t)\left(1+\frac{v_j(t-1)}{p_2(t-1)}\frac{K_{mj}(t-1)}{K_{mj}(t)}\right)\right\} \\
&+\frac{\tau_j\theta}{p_2(t)}\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}.
\end{aligned}
\tag{3-17b}
$$

$$
\begin{aligned}
&\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}g_c(t+1)-g_c(t)=\frac{\tau_c\theta}{p_c(t)}\left(xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{1-x}g_i(t)^z-1\right)\times \\
&\left\{\left(1+v_i(t-1)\frac{K_{mi}(t-1)}{K_{mi}(t)}\right)+p_2(t-1)k(t)\left(1+\frac{v_j(t-1)}{p_2(t-1)}\frac{K_{mj}(t-1)}{K_{mj}(t)}\right)\right\} \\
&+\frac{\tau_c\theta}{p_c(t)}\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}.
\end{aligned}
\tag{3-18}
$$

上記のうち，上記（3-17a）及び（3-18）より，（3-10）を考慮しつつ，以下が得られる。

$$
\begin{aligned}
&p_c(t)\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}\left[\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}\frac{1}{p_c(t+1)}L_{mi}(t+1)^{-x}g_i(t+1)^{1+z}n_i(t+1)^{-1}\right. \\
&\left.-\frac{1}{p_c(t)}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}\right]=\frac{\tau_c}{\tau_i}\left[\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}g_i(t+1)-g_i(t)\right].
\end{aligned}
\tag{3-19}
$$

(7)　家計による居住地域の選択

両地域の労働賃金率及び市場利子率が等しいことにより，地域間効用水準均等条件（2-28）は，以下の（3-20）で表すことができる。

$$
\begin{aligned}
&\beta\log[p_2(t)+p_c(t)]+\frac{\beta}{1+\rho}\log[p_2(t+1)+p_c(t+1)] \\
&=(\alpha\log[1+p_c(t)]+\beta\log p_2(t))+\frac{1}{1+\rho}(\alpha\log[1+p_c(t+1)]+\beta\log p_2(t+1)).
\end{aligned}
\tag{3-20}
$$

(8)　動学に関する方程式体系と解の決定

ここに，(3-16) の時点を 1 つ前にずらし，変形し，それぞれ (3-17a) 右辺及び (3-18) 右辺に適用すると，以下の (3-21) 及び (3-22) が導出される。

(3-21)

$$\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}g_i(t+1)-g_i(t)=\frac{\tau_i\theta}{2+\rho}(1-\theta)\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t-1)^{-x}g_i(t-1)^{1+z}n_i(t-1)^{-1}\times$$
$$\left(\frac{K_{mi}(t)}{K_{mi}(t-1)}\right)^{-1}\left(xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{1-x}g_i(t)^{z}-1\right)+\tau_i\theta\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1},$$

(3-22)

$$\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}g_c(t+1)-g_c(t)=\frac{\tau_c\theta}{(2+\rho)p_c(t)}(1-\theta)\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t-1)^{-x}g_i(t-1)^{1+z}n_i(t-1)^{-1}\times$$
$$\left(\frac{K_{mi}(t)}{K_{mi}(t-1)}\right)^{-1}\left(xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}(t)^{1-x}g_i(t)^{z}-1\right)+\frac{\tau_c\theta}{p_c(t)}\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}n_i(t)^{-1}.$$

以上，部門間賃金均衡式 (3-10)，輸送サービス市場均衡式 (3-13)，財市場均衡式 (3-15)，政府部門均衡式より派生した (3-19)，地域間の効用均衡式 (3-20)，資本蓄積式及び政府部門均衡式より導出される (3-21) 及び (3-22) より，7 変数 $K_{mi}(t+1), g_i(t+1), g_c(t+1), L_{mi}(t), n_i(t), p_c(t)$ 及び $p_2(t)$ が求められる。ただし，$K_{mi}(t), g_i(t)$ 及び $g_c(t)$ のみが先決変数である[4)]。

IV　定常的成長均衡と比較静学

1.　定常的成長均衡の定義

定常的成長均衡において，ストックを表す変数である両地域の実物資本 ($K_{mi}(t), K_{mj}(t)$)，及び社会資本 ($G_i(t), G_j(t)$)，土地の価格 ($q_i(t), q_j(t)$) が一定率で成長することから，両地域における社会資本－実物資本比率 ($g_i(t), g_j(t)$)，土地－実物資本比率 ($v_i(t), v_j(t)$)，また，定常状態におけるフローの変数である財 2 の価格 ($p_2(t)$)，輸送価格 ($p_c(t)$)，地域 i の人口分布 ($n_i(t)$)，各地域の労働力の分布 ($n_{mi}(t), n_{bi}(t), n_{ci}(t), n_{mj}(t), n_{bj}(t), n_{cj}(t)$)，さらに，両地域における土地の用途配分 ($L_{mi}(t), L_{mj}(t)$) が時間を通じて一定であるから，これらの変数を，$p_2, p_c, n_i, n_{mi}, n_{bi}, n_{ci}$ $n_{mj}, n_{bj}, n_{cj}, L_{mi}, L_{mj}$ で表す。

2.　定常的成長均衡における方程式体系

(1)　資産裁定条件

資産裁定条件 (2-35a)，(2-35b) より，(2-34a)，(2-34b) も考慮しつつ，定常状態において，

4) 本来ならば，動学モデルを構築し，分析を行う以上，定常的成長均衡解の存在証明，その動学的安定性に関する議論が不可欠である。しかるに，本論における動学は，7 本の差分方程式から 7 変数が同時に決定されるという非常に複雑な構造を有していることから，定常的成長均衡解の数値解析に限定して分析を進めざるを得ない。

両地域の成長率が実物資本の実質収益率 $(r_{mi}(t)$ 及び $r_{mj}(t)/p_2(t))$ に等しいことがわかる。ゆえに，(3-5a)，(3-5b) を適用し，以下（4-1a）及び（4-1b）が成立する。

（4-1a）
$$\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)} = xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega} L_{mi}^{\ 1-x} g_i^{\ z} \equiv r_{mi}(L_{mi}, g_i),$$

（4-1b）
$$\frac{K_{mj}(t+1)}{K_{mj}(t)} = xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega} L_{mj}^{\ 1-x} g_j^{\ z} \equiv r_{mj}(L_{mj}, g_j).$$

そして，資本は両地域間を調整コストなしに自由に移動することから，(3-11) より，定常状態において，次の（4-2）が成立するが，これは両地域で経済成長率が等しくなることを意味する。

（4-2）
$$r_{mi}(L_{mi}, g_i) = r_{mj}(L_{mj}, g_j) \equiv r(L_{mi}, g_i) \Leftrightarrow \left(\frac{g_j}{g_i}\right)^{-z} = \left(\frac{L_{mj}}{L_{mi}}\right)^{1-x}.$$

(2)　定常的成長均衡における経済成長率

はじめに，前章で提示した動学方程式のうち，(3-19) 及び (3-21) より，定常的成長均衡における以下の式（4-3）が得られる。

（4-3）
$$(2+\rho)r(L_{mi}, g_i)[r(L_{mi}, g_i)-1] = \tau_c\theta\{(1-\theta)[r(L_{mi}, g_i)-1] + (2+\rho)r(L_{mi}, g_i)\}.$$

補題 1　r に関する 2 次方程式（4-3）の解は，$0<r<1$ 及び $r>1$ の範囲に 1 つずつ存在する。

証明　r の 2 次関数（4-3）を，次のように書き直す。

$$\Psi(r) = (2+\rho)r^2 - [(1+\tau_c\theta)(2+\rho) + \tau_c\theta(1-\theta)]r + \tau_c\theta(1-\theta).$$

上記に関し，

$$\Psi(0) = \tau_c\theta(1-\theta) > 0, \Psi'(0) = -[(1+\tau_c\theta)(2+\rho) + \tau_c\theta(1-\theta)] < 0,$$

$$\Psi(1) = (2+\rho) - [(1+\tau_c\theta)(2+\rho) + \tau_c\theta(1-\theta)] + \tau_c\theta(1-\theta) = -\tau_c\theta(2+\rho) < 0$$

が導出されることから，所望の結論がしたがう。

（証明了）

上記の補題 1 により，以下の定理が得られる。

定理 2　以下の（4-3′）に示す $r(\tau_c,\theta)$ のみが，このモデルの定常的成長均衡における経済成長率としてふさわしい。つまり，定常状態において持続的な経済成長を保証する。

（4-3′）
$$r(\tau_c,\theta) \equiv \frac{f(\tau_c,\theta) + \sqrt{f(\tau_c,\theta)^2 - 4(2+\rho)\tau_c\theta(1-\theta)}}{2(2+\rho)},$$
$$f(\tau_c,\theta) = (1+\tau_c\theta)(2+\rho) + \tau_c\theta(1-\theta).$$

証明　定義により，経済が持続的に成長することと $r>1$ は同値である。他方，補題 1 より，2 次方程式（4-3）の解のうち，大きいものが $r>1$ を満たすことがわかるが，その値は，2 次方程式の解の公式により，(4-3′) で与えられる。

（証明了）

上記（4-3′）より，定常的成長均衡において，（4-1a）及び（4-1b）は，以下のように修正される。

（4-1a′）
$$\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}=xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mi}{}^{1-x}g_i{}^{z}=r(\tau_c,\theta),$$

（4-1b′）
$$\frac{K_{mj}(t+1)}{K_{mj}(t)}=xA\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega}L_{mj}{}^{1-x}g_j{}^{z}=r(\tau_c,\theta).$$

（3）　変数の集約

定常状態における両地域及び部門間の賃金均衡を表す式は，（3-9）及び（3-10）よりそれぞれ，次の（4-4）及び（4-5）のように表すことができる。

（4-4）
$$p_2k=\left(\frac{L_{mj}}{L_{mi}}\right)^{x}\left(\frac{g_j}{g_i}\right)^{-(1+z)}\frac{1-n_i}{n_i},$$

（4-5）
$$p_cg_c=\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}{}^{-x}g_i{}^{1+z}n_i{}^{-1}.$$

次に，定常状態において（3-17a），（3-17b）より $p_2k=(\tau_j/\tau_i)/(g_j/g_i)$ が得られるが，これと（4-4）より p_2k を消去すると，以下，（4-6）を得る。

（4-6）
$$\left(\frac{L_{mj}}{L_{mi}}\right)^{x}\left(\frac{g_j}{g_i}\right)^{-z}\frac{1-n_i}{n_i}=\frac{\tau_j}{\tau_i}.$$

同様に（3-17a），（3-18）より，$p_c=(\tau_c/\tau_i)/(g_c/g_i)$ が得られるが，これと（4-5）より，p_cg_c を消去すると，以下（4-7）を得る。

（4-7）
$$\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mi}{}^{-x}g_i{}^{1+z}n_i{}^{-1}=\frac{\tau_c}{\tau_i}g_i.$$

また，（4-6）と（4-7）より，以下（4-8）が得られる。

（4-8）
$$\omega A\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}L_{mj}{}^{-x}g_j{}^{1+z}(1-n_i)^{-1}=\frac{\tau_c}{\tau_j}g_j.$$

ところで，（4-1a′），（4-7）より，同様に（4-1b′），（4-8）より，それぞれ，次の（4-9），（4-10）を得る。

（4-9）
$$L_{mi}=\frac{zB}{x}\cdot\frac{\tau_i}{\tau_c}\cdot r(\tau_c,\theta)n_i{}^{-1}$$

（4-10）
$$L_{mj}=\frac{zB}{x}\cdot\frac{\tau_j}{\tau_c}\cdot r(\tau_c,\theta)(1-n_i)^{-1}$$

ここに，改めて以下のような定数を定義する。

$$\hat{A} \equiv \left[x^x \omega^\omega (zB)^z A\right]^{-\frac{1}{z}}, \widetilde{A} \equiv \left[x^{z-x} \omega^{-\omega} (zB)^{-2z} A^{-1}\right]^{-\frac{1}{z}}.$$

上記を考慮し，(4-9) を (4-1a′) に，また (4-10) を (4-1b′) に適用すると，それぞれ，以下が得られる。

(4-11)
$$g_i = \hat{A}\left[\left(\frac{\tau_i}{\tau_c}\right)^{1-x} r(\tau_c,\theta)^{-x}\right]^{-\frac{1}{z}} n_i^{\frac{1-x}{z}},$$

(4-12)
$$g_j = \hat{A}\left[\left(\frac{\tau_j}{\tau_c}\right)^{1-x} r(\tau_c,\theta)^{-x}\right]^{-\frac{1}{z}} (1-n_i)^{\frac{1-x}{z}}$$

さらに，(4-9) 及び (4-11) より，また，(4-10) 及び (4-12) より，それぞれ，以下が得られる。

(4-13)
$$\frac{L_{mi}}{g_i} = \widetilde{A}\left[\left(\frac{\tau_i}{\tau_c}\right)^{-(\omega+2z)} r(\tau_c,\theta)^{x-z}\right]^{-\frac{1}{z}} n_i^{-\frac{\omega+2z}{z}},$$

(4-14)
$$\frac{L_{mj}}{g_j} = \widetilde{A}\left[\left(\frac{\tau_j}{\tau_c}\right)^{-(\omega+2z)} r(\tau_c,\theta)^{x-z}\right]^{-\frac{1}{z}} (1-n_i)^{-\frac{\omega+2z}{z}}$$

(4)　方程式体系の構築

はじめに，財市場の需給均衡式 (3-15) に，(4-1a′)，(4-7) を適用すると，以下が得られる。

(4-15)
$$\frac{(1-\theta)\alpha}{2+\rho}\frac{\tau_c}{\tau_i} g_i F(\tau_c,\theta)\left\{n_i + \frac{1}{1+p_c}(1-n_i)\right\} + r(\tau_c,\theta) + [r(\tau_c,\theta)-1]g_i = \frac{1}{x} r(\tau_c,\theta),$$
$$F(\tau_c,\theta) \equiv (1+\rho) + \frac{[\theta+(1-\theta) r(\tau_c,\theta)]}{r(\tau_c,\theta)}.$$

上記 (4-15) に，(4-11) を適用することにより，以下が成立する。

(4-15′)
$$\frac{(1-\theta)\alpha}{2+\rho}\hat{A}\left[\left(\frac{\tau_i}{\tau_c}\right)^{\omega+2z} r(\tau_c,\theta)^{-x}\right]^{-\frac{1}{z}} n_i^{\frac{1-x}{z}} F(\tau_c,\theta)\left\{n_i + \frac{1}{1+p_c}(1-n_i)\right\} + r(\tau_c,\theta)$$
$$+[r(\tau_c,\theta)-1]\hat{A}\left[\left(\frac{\tau_i}{\tau_c}\right)^{1-x} r(\tau_c,\theta)^{-x}\right]^{-\frac{1}{z}} n_i^{\frac{1-x}{z}} = \frac{1}{x} r(\tau_c,\theta).$$

次に，定常状態の輸送サービス需給均衡式 (3-13) は，以下 (4-16) で表される (付録2)。

(4-16)
$$\frac{(1-\theta)}{2+\rho}F(\tau_c,\theta)\left\{\frac{\beta p_c}{p_2+p_c}n_i+\frac{\alpha p_c}{1+p_c}(1-n_i)\right\}+[r(\tau_c,\theta)-1]$$
$$+\frac{1-x}{zB}\tilde{A}r(\tau_c,\theta)^{-\frac{x-z}{z}}\left[\left(\frac{\tau_i}{\tau_c}\right)^{\frac{\omega+2z}{z}}n_i^{-\frac{1-x}{z}}+\left(\frac{\tau_j}{\tau_c}\right)^{\frac{\omega+2z}{z}}(1-n_i)^{-\frac{1-x}{z}}\right]=1.$$

最後に，地域間の効用均衡条件（3-22）は，定常状態において，次の（4-17）で表される。

(4-17)
$$(p_2+p_c)^{\beta}=(1+p_c)^{\alpha}\,p_2{}^{\beta}\,.$$

以上（4-15′），（4-16）及び（4-17）の 3 本の方程式により，3 変数 p_2, p_c 及び n_i が決定される。

3.　比較静学分析

(1)　政策に関連するパラメータと経済成長率

政策に関するパラメータは，所得税率 θ, 両地域それぞれに対する配分率 τ_i，τ_j，さらに，輸送インフラへの配分率 τ_c（$\tau_i+\tau_j+\tau_c=1$）である。ここに，政策に関するパラメータが定常状態における経済成長率に及ぼす影響に関し，以下の定理 3 を提示する。

定理 3　定常状態における経済成長率 $r(\tau_c,\theta)$ と τ_c 及び θ との関係について，以下が成立する。

$$\frac{\partial r(\tau_c,\theta)}{\partial\tau_c}>0,\ \frac{\partial r(\tau_c,\theta)}{\partial\theta}>0.$$

証明　(4-4) を τ_c,θ に関して全微分すると，以下が得られる。

$$[2(2+\rho)r-f(\tau_c,\theta)]\frac{dr}{d\tau_c}=\theta[(2+\rho)r+(1-\theta)(r-1)],$$

$$[2(2+\rho)r-f(\tau_c,\theta)]\frac{dr}{d\theta}=\tau_c\{[(2+\rho)+(1-2\theta)]r-(1-2\theta)\}.$$

しかるに，$r>1$ が満たされることを前提とするならば，ただちに定理が導かれる。

（証明了）

(2) パラメータの設定と数値計算

(4-15′)，(4-17) 及び (4-18) の 3 本の方程式において，政策に関するパラメータ（$\theta,\tau_i,\tau_j,\tau_c$）に様々な値を当てはめ，変化させることにより，$p_2, p_c$ 及び n_i がいかなる影響を受けるかを解析的に求めることは極めて困難である。よって，（$\theta,\tau_i,\tau_j,\tau_c$）の値の組み合わせを変え，$p_2, p_c$ 及び n_i を数値的に解くが，そのため，政策に関するパラメータ以外のパラメータ（α,β 等）を，以下に示すような値に固定する[5]。

[5] $\alpha=\beta=0.50$, すなわち，地域 i 及び地域 j のそれぞれにおいて生産される財に対する支出のシェアが等しい（財 1 と財 2 の重要度が等しい）という前提で分析を進める。また，$\omega=0.500$ としたのは，2013（平成 25）暦年における国内総生産（分配面からみた GDP）に占める雇用者報酬の割合が約 0.52 であることによる（『平成 25 年度国民経済計算年報』）。

$$\alpha = 0.50, \beta = 0.50, \rho = 0.01, x = 0.35, z = 0.15, \omega = 0.50, A = 1.0, B = 3.0,$$
$$L_i = L_j = 10, N = 5.$$

上記のパラメータに基づき，(4-15′)，(4-16）及び（4-17）の3本の方程式から，3変数 p_2, p_c 及び n_i を，Newton-Raphson 法によって数値的に解くプログラムを作成し，分析を行う。

（3）　数値計算による分析

i）　分析の方針

はじめに, 税率 θ を 0.1 から 0.3 まで 0.05 の幅で増加させ, さらに, 輸送インフラ配分率（τ_c）を, 0.30 から 0.31 まで，0.0001 の幅で逐次増加させる。また，そのための財源を確保すべく，地域 i の配分率 τ_i，地域 j の配分率 τ_j を，ともに 0.00005 ポイントずつ減じる。

そして，それぞれのもと，$(L_{mi}+L_{mj})/(L_i+L_j)$ の値を求め，τ_c の上昇が，経済全体の土地有効利用度に及ぼす影響を分析する。また，τ_c 及び θ の上昇が，経済成長率 $r(\tau_c, \theta)$ に及ぼす影響については，定理3で与えられているが，解が存在範囲で達成される最大成長率に言及する。

次に，税収のうち輸送インフラ配分率（τ_c）を一定の値（$\tau_c = 0.3$）に固定し，税率 θ を 0.1 から 0.3 まで 0.1 の幅で増加させ，また，地域 i の配分率（τ_i）を，0.35 から 0.65 まで，0.001 の幅で逐次増加させ，それぞれのもと，$n_i, L_{mi}/L_i$ 及び L_{mj}/L_j の値を求め，地域 i の配分比率の上昇が①地域 i の人口比率に及ぼす影響，②地域 i の土地有効利用度に及ぼす影響，③地域 j の土地有効利用度に及ぼす影響，④経済全体の土地有効利用度に及ぼす影響を，それぞれ分析する。

以下，ii）及び iii）で，それぞれの分析結果を詳述する。

ii）　輸送インフラ配分比率の増大が及ぼす影響

①　経済成長率に及ぼす影響

はじめに，税率 θ の値が不変である時，τ_c が大きな値をとるときに解は存在しない。たとえば，$\theta = 0.05$ に固定し，τ_cの値を逐次大きくして解を求めると，$\tau_c > 0.3093$ のとき，解は存在しない。また，$\theta = 0.1$ とする場合，$\tau_c > 0.3077$ のとき，解は存在しない。さらに，θ が大きいほど，解が存在することが可能な τ_c の範囲は狭くなる。

他方，τ_c, θ を高めると，経済成長率（$r(\tau_c, \theta)$）が高まることが，定理3において解析的に示されていることを考慮し，解の存在が可能な範囲で達成し得る経済成長率の値の見当をつけるが，この点，数値計算上，解を求めることが可能な θ の範囲は，$\theta < 0.3507$ である。

結果して，解が存在することが可能な範囲において達成可能な経済成長率は，10.85% 近辺の値をとることがわかるが，この値は $\theta = 0.3506, \tau_c = 0.30$ のとき，達成される。

②　経済全体の土地有効利用度に及ぼす影響

別図 IV-1 からわかるように，解の存在する範囲において，税率 θ がどのような値をとる場合であっても，輸送インフラ配分率（τ_c）を高めるほど，経済全体の土地有効利用度も低下する。

また，税率を高めることにより，経済全体の土地有効利用度が高まる。

iii）　地域間配分比率の増大が及ぼす影響

①　地域 i の人口比率に及ぼす影響

はじめに，数値計算上，解の存在が可能であるような θ の範囲は，$\theta < 0.3507$ である。

そして，税率 θ がいかなる値をとる場合であっても，地域 i への配分比率（τ_i）が大きくなるほど，地域 i の人口比率（n_i）は大きくなる。次に，税率 θ が大きいほど，n_i は小さくなる。

②　地域 i の土地有効利用度に及ぼす影響

別図 IV-2a からわかるように，税率 θ のとる値に関わらず，τ_i が大きくなるほど，地域 i の土地有効利用度（L_{mi}/L_i）は小さくなり，θ が大きいほど，大きくなる。

③　地域 j の土地有効利用度に及ぼす影響

別図 IV-2b からわかるように，税率 θ のとる値に関わらず，τ_i が大きくなるほど，地域 j の土地有効利用度（L_{mj}/L_j）は大きくなる。また，税率 θ が L_{mj}/L_j に及ぼす影響は，次のとおり。

a）　$0.350 \le \tau_i \le 0.527$：$\theta$ が大きいほど，L_{mj}/L_j は大きくなる。

b）　$\tau_i \ge 0.528$：θ が大きいほど，L_{mj}/L_j は小さくなる。

④　経済全体の土地有効利用度に及ぼす影響

別図 IV-2c からわかるように，税率 θ がどのような値をとる場合であっても，τ_i を高めるほど，経済全体の土地有効利用度も高まることがわかる。

次に，税率 θ が経済全体の土地有効利用度に及ぼす影響に関しては，次のとおりである。

a）　$0.350 \le \tau_i \le 0.586$：$\theta$ が大きいほど，経済全体の土地有効利用度は大きくなる。

b）　$\tau_i \ge 0.587$：θ が大きいほど，経済全体の土地有効利用度は小さくなる。

V　結　　論

本論では，土地が，遊休地を含む複数の用途に供されるような Diamond 型の二地域動学一般均衡モデルを構築し，税収配分のあり方，及び税率の変更が，定常的成長均衡における経済成長率，地域間人口分布，地域ごとの土地有効利用度に及ぼす影響を分析した。

分析の結果，解が存在する範囲においては，輸送インフラ配分比率を高めることにより，経済成長率が高まるものの，経済全体の土地有効利用度は低下することがわかった。

また，税率が高まるほど，解が存在する範囲が狭くなり，この意味で経済成長率を最大化する税収配分率，及び税率の組み合わせを絞り込むことが可能であることがわかった。

次に，輸送インフラ配分率を一定の値に固定し，一方の地域に対する税収配分率を高めることにより，当該地域の人口比率は大きくなるが，税率が高いほど，当該地域の人口比率は小さくなることがわかった。

税収配分比率が高まる地域の土地有効利用度については，輸送インフラ配分比率が高いほど小さくなるが，税率が高いほど大きくなることがわかった。

しかるに，一方の地域に対する税収配分率を高めるほど，経済全体の土地有効利用度が大きくなることがわかった。ただし，税率の変化が経済全体の土地有効利用度に及ぼす影響については，一方の地域に対する税収配分比率の値に応じ，異なる結果がもたらされることがわかった。

本論においては，土地の用途に関する選択肢として産業用地，遊休地の 2 種類のみを想定し，分析を行った。しかるに，地域の人口減少が遊休地の増大をもたらすという，現実の経済のあり方を分析に反映するため，住宅地をモデルに加え，分析することを今後の課題とする。

付　　録

付録 1.　輸送サービス市場の需給均衡式（(3-13)）の導出

はじめに，(2-22b′)，(2-23a′)，(2-24b′)，(2-25a′)，(3-8a)，(3-8b)，(3-11)，(3-12) を (2-15) の左辺に，(2-11′)，(3-4a)，(3-4b) を (2-15) の右辺に，それぞれ適用すると以下を得る。

(a-1)

$$
\begin{aligned}
&(1-\theta)\frac{\omega A}{2+\rho}\left(\frac{\omega}{zB}\right)^{\omega-1}\times \\
&\left\{\frac{\beta(1+\rho)}{p_2(t)+p_c(t)}L_{mi}(t)^{-x}g_i(t)^{1+z}+\frac{\beta R(L_{mi}(t),g_i(t))}{p_2(t)+p_c(t)}L_{mi}(t-1)^{-x}g_i(t-1)^{1+z}\left(\frac{K_{mi}(t)}{K_{mi}(t-1)}\right)^{-1}\right. \\
&+\frac{\alpha(1+\rho)}{1+p_c(t)}p_2(t)L_{mj}(t)^{-x}g_j(t)^{1+z}\frac{K_{mj}(t)}{K_{mi}(t)} \\
&\left.+\frac{\alpha R(L_{mi}(t),g_i(t))}{1+p_c(t)}p_2(t-1)L_{mj}(t-1)^{-x}g_j(t-1)^{1+z}\frac{K_{mj}(t)}{K_{mi}(t)}\left(\frac{K_{mj}(t)}{K_{mj}(t-1)}\right)^{-1}\right\} \\
&+\frac{K_{mi}(t+1)}{K_{mi}(t)}g_c(t+1)-g_c(t)=[n_i(t)n_{ci}(t)+(1-n_i(t))n_{cj}(t)]g_c(t).
\end{aligned}
$$

ところで，(3-9) 及び (3-11) より，以下が得られる。

(a-2)
$$
\frac{L_{mj}(t)}{g_j(t)}=p_2(t)k(t)\left(\frac{p_2(t)}{p_2(t-1)}\right)^{-1}\left(\frac{1-n_i(t)}{n_i(t)}\right)^{-1}\frac{L_{mi}(t)}{g_i(t)}.
$$

上記 (a-2) を考慮しつつ，(3-4a) 及び (3-4b) を (a-1) の右辺に，(3-9′) 及び (3-10) を (a-1) の左辺に，それぞれ適用することにより，(3-13) が導出される。

付録 2.　定常状態における輸送サービス市場の需給均衡式（(4-16)）の導出

付録 1 の (a-2) を考慮しつつ，輸送サービス市場の需給均衡式 (3-13) に，(4-1a′)，(4-7) 及び (4-16) を適用すると，定常状態においては以下のように表すことができる。

$$
\begin{aligned}
&\frac{(1-\theta)}{2+\rho}F(\tau_c,\theta)\left\{\frac{\beta}{p_2+p_c}n_i+\frac{\alpha}{1+p_c}(1-n_i)\right\}\frac{\tau_c}{\tau_i}g_i+\frac{1}{p_c}[r(\tau_c,\theta)-1]\frac{\tau_c}{\tau_i}g_i \\
&=\frac{1}{p_c}\frac{\tau_c}{\tau_i}g_i\left[n_i\left(1-\frac{1-x}{zB}\frac{L_{mi}}{g_i}\right)+(1-n_i)\left(1-\frac{1-x}{zB}\frac{L_{mj}}{g_j}\right)\right]
\end{aligned}
$$

上記の両辺に p_c を乗じ，$(\tau_c/\tau_i)g_i$ で除し，(4-13) 及び (4-14) を適用すると，(4-16) が得られる。

参考文献

［1］ Arrow, K.J.［1962］ “The Economic Implications of Learning by Doing,” *Review of Economic Studies*, 29, 155-173.

［2］ Baldwin, R.E.［1999］ “The Core-Periphery Model with Forward-Looking Expectations,” CEPR Discussion Paper No. 2085.

［3］Barro, R.J.［1990］ “Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth,” *Journal of Political Economy*, 98, s103-s125.

［4］ Diamond, P.A.［1965］ “National Debt in a Neoclassical Growth Model,” *American Economic Review*, 55, 1126-1150.

［5］ Dixit, A.K. and Stiglitz, J.E.［1977］ “Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity,” *American Economic Review*, 67, 297-308.

［6］Fujita, M. and Thisse, J.F.［2003］ “Does Agglomeration Foster Econiomic Growth? And Who Gains and Loses from It ?,” *The Japanese Economic Review*, 54, 121-145.

［7］ Futagami, K., Morita, Y. and Shibata, A.［1993］ “Dynamic Analysis of an Endogenous Growth Model with Public Capital,” *Scandinavian Journal of Economics*, 95, 607-625.

［8］ 近藤広紀［2003］「空間集積を伴う内生的成長モデルにおける公共投資の最適規模と地域間配分の分析」，ESRI Discussion Paper Series，内閣府経済社会総合研究所．Discussion Papers in Economics and Business.

［9］ Krugman, P.［1991］ “Increasing Returns and Economic Geography,” *Journal of Political Economy*, 99, 483-499.

［10］ Martin, P.［1999］ “Public Policies,Regional Inequalities and Growth,” *Journal of Public Economics,* 73, 85-105.

［11］ 内閣府経済社会総合研究所［2015］『平成25年度国民経済計算年報』，メディアランド．

［12］ 奈良　卓［2008］「集積の経済と都市の成長－公共投資と土地の有効利用－」，『八戸大学紀要』36, 39-58.

［13］ 奈良　卓［2009］「集積の経済と都市の成長－社会的厚生に関する一考察－」，『八戸大学紀要』38, 17-31.

［14］ 野口悠紀雄［1985］「土地課税が都市的土地利用に与える影響」，『経済研究』36, 15-22.

［15］ Romer, P.M.［1986］ “Increasing Returns and Long-Run Growth,” *Journal of Political Economy*, 94, 1002-1037.

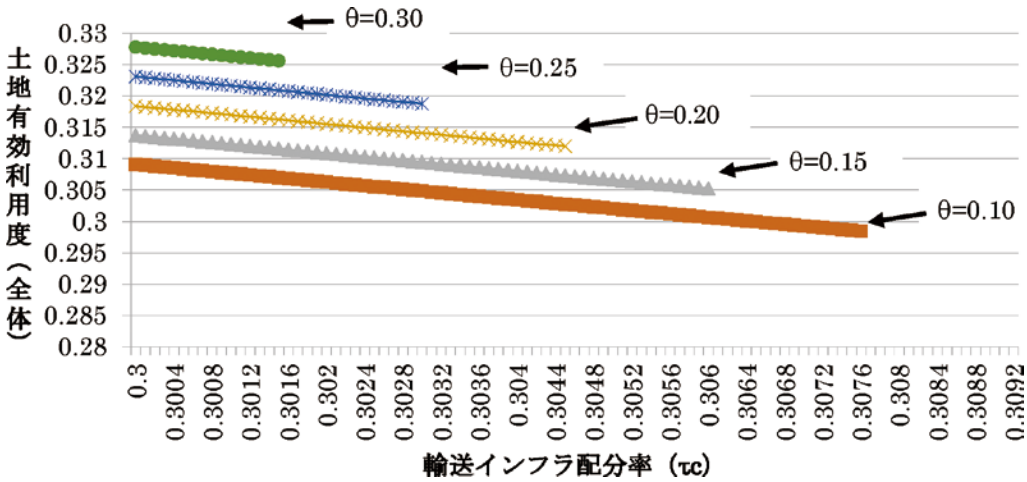

図 IV-1　輸送インフラ配分率と土地有効利用度（全体）の関係

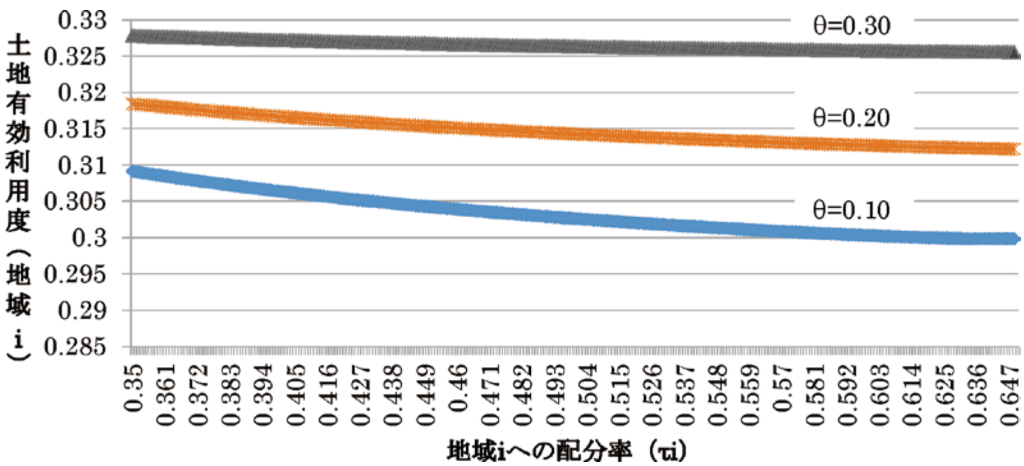

図 IV-2a　地域 i における地域間配分比率と土地有効利用度（地域 i）の関係

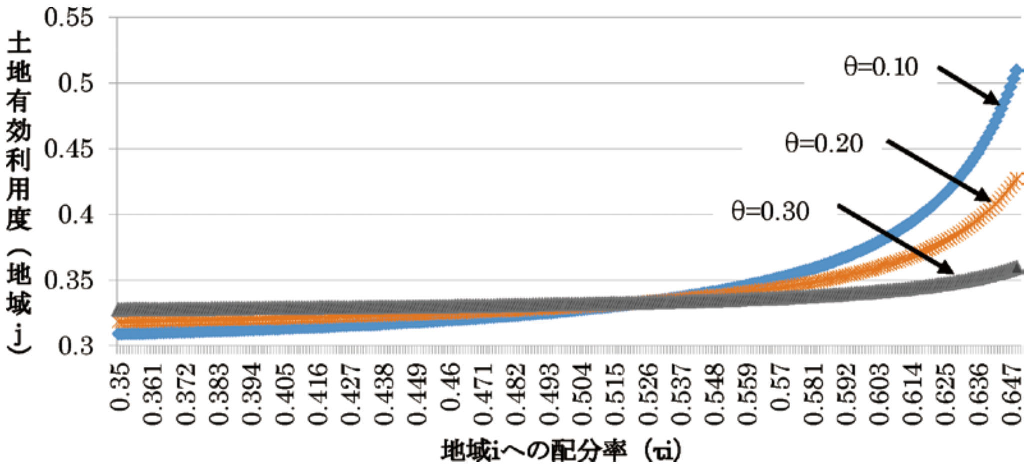

図 IV-2b　地域 i における地域間配分比率と土地有効利用度（地域 j）の関係

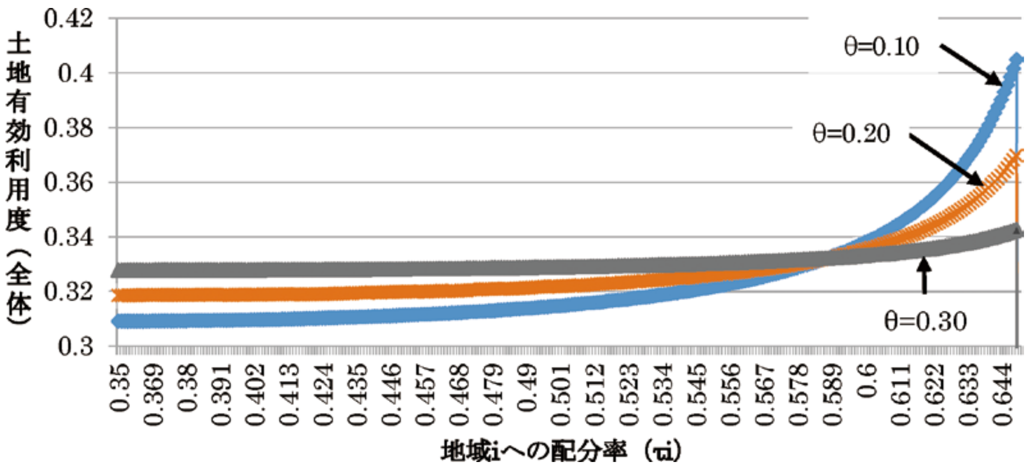

図 IV-2c　地域 i における地域間配分比率と土地有効利用度（全体）の関係