

# 社会資本整備の 地域間費用負担に関する動学分析

橋本 政晶<sup>1</sup>・石倉 智樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 東京大学 工学系研究科社会基盤学専攻 (〒113-8656東京都文京区本郷7-3-1)  
E-mail:m-hashimoto@trip.t.u-tokyo.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京大学 工学系研究科社会基盤学専攻科 (〒113-8656東京都文京区本郷7-3-1)  
E-mail: ishikura@csur.t.u-tokyo.ac.jp

本研究では他地域へのスピルオーバー効果の大きな輸送インフラを対象とし、インフラ投資とそれに伴う各地域の費用負担による通時的な影響を各地域の厚生水準や地域間公平の観点から分析することを目的とする。

分析に用いるモデルは主に国際マクロ経済学の分野で経常収支を分析するために用いられる2地域動学モデルをベースにしている。モデルでは輸送インフラが各地域の生産効率に正の影響を与えるとともに、地域間の移出入コストを低減する効果を持つと仮定する事でインフラ整備による効果を考慮している。そしてモデルの解析的な分析により、インフラ投資への費用負担や各地域の資本ストックの格差が変化した場合の厚生水準や地域間格差への影響などの評価を行う。

**Key Words :** *Transport infrastructure, Intertemporal approach, Interregional equality*

## 1. 研究の背景と目的

我が国においては、中央政府及び地方の財政悪化への懸念から、かねてより公共事業の効率化が求められている。社会資本はそのストック効果を通じて数十年にわたって人々の経済活動を支え、それを利用する世代に対して便益を与える。そのため、建設国債の発行により将来世代に社会資本整備費用の一部を転嫁させる公債方式が一般に正当化されている。しかし、高度経済成長期以降の大規模な公共投資により平成20年度の段階で建設国債の残高は235.7兆円と巨額になっており、この負債から発生する利払い費用が今後のインフラ投資への足枷になると考えられる<sup>1)</sup>。また、高度経済成長期に蓄積した社会資本の老朽化が進んでいることから、今後一層社会資本投資に占める維持管理費用が増大し、新規投資に用いる事のできる資金が減少する危険性も指摘されている。従って、今後は減少し続ける新規投資資金の中で効率的にインフラを整備するための意思決定基準を明確にする事が求められる。

社会資本投資の効率化を考える上では、公共事業における国と地方の費用配分問題についても留意する必要がある。一方で地域間交易の活発化を通じて地域間の経済的な繋がりがますます強くなってきている事もあり、イ

ンフラストックが地域の境界を超えてスピルオーバー効果を持つことは各地域の負担すべき費用の意思決定を複雑にしている。従って、公共事業の正確な意思決定を行うためには、インフラ整備に伴う各地域の費用負担構造と共に、各地域の便益帰着構造についても明確化を行うことによって社会的な効率性や地域間の公平性を評価する事が必要になる。

そこで、本研究では地域間スピルオーバー効果を持つインフラに着目し、インフラ投資の規模やその地域間費用負担構造によって社会的な経済規模や各地域の家計の厚生水準が受ける影響について考察する。分析の対象となるインフラとしては、地域間交易を促進させる効果を通じて大きな地域間スピルオーバー効果をもたらしていると考えられる道路や港湾といった輸送インフラを想定する。モデル中ではこれらのインフラが各地域での生産効率性に対して正の影響を及ぼすと共に、輸送費用の低下により地域間交易の活性化をもたらす効果を持つと仮定している。

なお、分析においては社会資本投資とその費用負担による通時的な影響を地域ごとに定量化するため、多地域型のマクロ動学モデルを使用する。本モデルでは家計の通時的な最適化行動を前提とし、政府によるインフラ投資やそれに伴う地域間費用負担に関する意思決定が各地

域の厚生水準や交易に及ぼす影響を分析している。

## 2. 公共事業の地域間負担に関する整理

本章では中央及び地方政府により行われる公共事業のスキームを会計的な項目を参考に整理すると共に、過去に行われた公共事業の地域間費用負担について概説する。なお、データとしては総務省及び旧自治省が発行している『都道府県決算状況調』<sup>2)6)</sup>及び内閣府による『日本の社会資本』<sup>7)</sup>を使用した。

### (1) 中央及び地方政府による社会資本整備費用の種別

中央政府により行われる公共事業に関しては、一般会計における「公共事業関係費」及び、特別会計における「社会資本整備特別会計」に大別される。平成22年度の当初予算においては、公共事業関係費に約5.8兆円、そして社会資本特別会計に約3.6兆円が割かれている。

地方公共団体による公共事業費は「普通建設事業費」という項目で処理されている。普通建設事業費は公共又は公用施設の新増設等の建設事業に要する経費であり、①地方公共団体が国からの負担金又は補助金をうけて実施する事業の経費である補助事業費、②国からの補助等を受けずに自主的・主体的に実施する事業の経費である単独事業費及び、③国が直轄で実施する場合において、法令の規定により地方公共団体がその一部を負担する経費である国直轄事業負担金から構成されている<sup>7)</sup>。

### (2) 普通建設事業費の推移に関する整理

表-1は平成20年度における都道府県及び市町村による普通建設事業費の財源内訳である<sup>8)</sup>。地方政府による普通建設事業費は約13兆円となっている。財源としてはおおよそ国庫支出金が2割、地方債が4割、一般財源等が3割となっており、地方債への依存度が高いことが見て取れる。

表-1 普通建設事業費の内訳 (2008年度)<sup>8)</sup>

単位：左から(100万円, %)

	都道府県		市町村		純計	
国庫支出金	1,690,437	23.9	985,192	15.2	2,675,650	20.6
分担金、負担金、寄付金	225,544	3.2	39,364	0.6	129,961	1.0
財産収入	15,858	0.2	26,336	0.4	42,194	0.3
地方債	3,109,228	43.9	2,317,511	35.8	5,417,469	41.7
その他特定財源	412,433	5.8	841,037	13.0	946,379	7.3
一般財源等	1,621,176	22.9	2,260,897	34.9	3,776,220	29.1
合計	7,074,676	100.0	6,470,337	100.0	12,987,873	100.0

また、図-1は1970年以降の都道府県による普通建設事業費の財源内訳の推移を示しており、長期的なトレンドとして一般財源や国庫支出金の割合が低下する一方で、地方債への依存度が上昇している事が分かる。

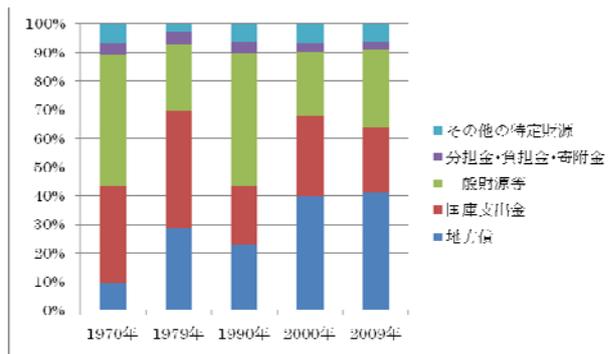


図-1 都道府県による普通建設事業費の財源内訳の推移

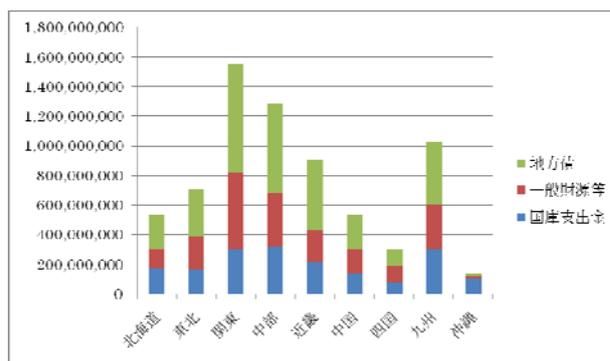


図-2 2008年度の各地方における財源内訳 (千円)

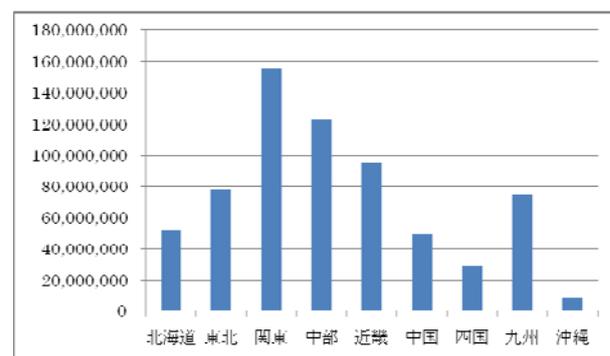


図-3 2003年度の社会資本ストック累計額<sup>7)</sup> (千円)

図-2は2008年の各地方における普通建設事業費の財源をプロットしたグラフである。また、2003年度における各地方の社会資本ストック推計額を図-3に示した。これらのグラフから分かるように、各地域におけるインフラストック及びその費用負担額は大きく異なる。しかし、費用負担配分に関しては世代間、そして地域間の負担の転嫁を伴う地方債や国庫支出金が含まれているため、地域住民に対して適切な費用負担が行われているかどうかの判断が非常に難しい。特に、インフラの持つ外部性を考慮した場合にその問題が顕著になる。そこで、4章以降では他地域へのスピルオーバー効果の大きな輸送インフラを対象とし、投資とその地域間費用負担配分による各地域の厚生水準への通時的な影響を分析するためのモデル分析を行うこととする。

### 3. 既存研究のレビュー

本章では多地域型のマクロ経済モデルを構築する上で参考にするべきモデルや論文について概説する。

マクロ経済学では、特に国際経済学の分野において各国の経常収支の動向に関する分析を行うための多地域型動学モデルの構築が行われている。その代表例が *Obstfeld and Rogoff(1996)*<sup>9)</sup>で解説されている二地域動学モデルである。このような多地域モデルでは一般に資本移動が自由な世界の中で、如何なる要因によって経常収支が決定され、多国間の資本移動が発生するかを分析している。これらのモデルでは実物経済における純輸出入と金融経済における資本の流出入が一致するため、国際間の財の移動は資本移動と表裏一体となる。また、これらのモデルは基本的に財は一種類であり、中間投入は考慮しないのが一般的である。

一方で、静学モデルの範疇で経済環境の変化による各地域への経済的影響を定量化するために用いられているモデルとしてSCGEモデル（空間的応用一般均衡モデル）がある。このモデルでは一般的に家計の消費財や企業の間接財市場において他地域の財と自地域財への需要があると仮定してモデル化を行うことで、ある地域における経済状況の変化による影響が他地域に波及することを表現している。

SCGEモデルを用いて社会資本ストックを対象とした分析を行った例としては、小池・上田・秋吉（2008）<sup>10)</sup>がある。この研究では社会資本ストックによる生産効率の上昇が起こると仮定する事でインフラをモデル化し、災害による社会資本ストック減少の空間波及効果の定量化を試みている。

SCGEモデルは静学モデルのため、投資や費用負担による通時的な影響を評価するには不向きであるが、このモデルを動学化することによってこの欠点を克服しようとする動きもある。伴(2007)<sup>11)</sup>では各期間の均衡状態を通常のSCGEモデルで記述すると共に、家計が最適成長モデルに従って行動し、無限期間に享受する効用を最大化するように各期の消費と貯蓄の意思決定を行うと仮定することで準動学化する事を試みている。

このように一般均衡モデルをベースにして多地域モデルの動学化を行う動きはあるものの、未だ準動学の域に留まっており、理論的な要求に応えられない部分がある。一方で国際マクロ経済学のモデルでは大胆な単純化を行う事で多地域・多期間の経済システムを計算可能な物にしているという利点がある。そこで、4章以降では国際経済学の分野で用いられている2地域動学モデルをベースに、各地域の社会資本投資に対する費用負担を明示的に組み入れた動学モデルを構築し、各地域の社会資本投資とその費用負担による各地域の厚生への通時的な影響

の分析を行う。

### 4. モデルの概要

本章では社会資本として特に財の地域間輸送を担う輸送インフラを想定し、多地域・多期間モデルとして最も簡単な2地域2期間モデルを構築する。本モデルは2つの地域からなる閉鎖的な経済を想定しており、各地域に代表的家計が生存している。各家計は1種類の財の消費によってのみ享受できる通時的効用を最大化するように消費と貯蓄の意思決定を行う。また、各地域において家計は生産活動も担う。生産要素としては各地域固有の民間資本ストック及び、双方の地域が使用することのできる社会資本ストックの二つが考慮されている。

また、地域内での財の受給が一致しない場合には地域間の財の移出入が行われる。その際には社会資本ストックの整備状況に応じてアイスバーグ型の輸送費用がかかると想定している。

#### (1) モデルの構造

地域*i*における総生産と総支出の関係について式(1)が成立する。

$$Y^i = C^{ii} + I^i + T^i + \{1 - \tau(G)\}C^{ij} \quad (1)$$

$Y^i$  : 地域*i*における総生産,  $C^{ii}$  : 地域*i*で生産され地域*i*で消費される財,  $C^{ij}$  : 地域*i*で生産され地域*j*で消費される財 (地域*i*から地域*j*への純移出),  $I^i$  : 地域*i*における投資,  $T^i$  : 地域*i*における税金,  $\tau(G)$  : 純移出量に応じてかかるアイスバーグ型輸送コスト。輸送コスト関数は輸送インフラストック  $G$  に応じて単調減少するとし、(2)式のように定式化している。ここで、 $\delta$  及び  $\rho$  は正の定数である。

$$\tau(G) = \delta G^{-\rho} \quad (2)$$

財の消費に関しては(3)式及び(4)式が成立する。(3)式は本モデルが2地域からなる閉鎖経済であるため、*i*地域からの純移出が*j*地域における純移入に等しいことを表している。また、(4)式は*i*地域における総消費が、自地域財の消費と多地域からの純移入からなる事を表している。

$$C^{ij} = -C^{ji} \quad (3)$$

$$C^i = C^{ii} + C^{ji} \quad (4)$$

なお、各地域の代表的家計による貯蓄や経常収支は定義より(5)式及び(6)式で表される。

$$S^i = Y^i + \tau(G)C^{ij} - C^i - T^i \quad (5)$$

$$\begin{aligned} CA^i &= S^i - I^i \\ &= Y^i + \tau(G)C^{ij} - C^i - I^i - T^i = -C^{ji} = C^{ij} \end{aligned} \quad (6)$$

$S^i$  : i地域における貯蓄,  $CA^i$  : i地域の経常収支

次に代表的家計の行動についてである。各地域の代表的家計は財の消費によって得る2期間の効用を最大化するように各期の消費及び貯蓄の水準を決定する。最適化問題は(7)式で表される。なお、本モデルでは1期首における経済状態と政策変数を外生変数として、1期及び2期における代表的家計の最適な行動を導く。従って、本モデルにおける外生変数は1期首における各地域の技術水準 ( $A^1, A^2$ ), 民間資本ストック ( $K_1^1, K_1^2$ ), 各地域で共通の初期インフラストック ( $G_1$ ) そして1期に各地域の家計が負担する税金 ( $T_1^1, T_1^2$ ) となる。

$$\max U^i = u(C_1^i) + \beta u(C_2^i) = \frac{C_1^{i-1/\sigma} - 1}{1 - 1/\sigma} + \beta \frac{C_2^{i-1/\sigma} - 1}{1 - 1/\sigma}$$

$$s.t. B^i = A^i F(K_1^i, G_1) - C_1^i - I_1^i - T_1^i - \tau(G_1)C_1^{ji} \quad (7)$$

$$C_2^i = (1+r)B^i + A^i F(K_2^i, G_2) - I_2^i - \tau(G_2)C_2^{ji}$$

$$A^i F(K_2^i, G_2) = A^i \cdot K_2^{i\alpha} \cdot G_2^{1-\alpha} \quad (8)$$

$$K_2^i = K_1^i + I_1^i \quad (9)$$

$$G_2 = G_1 + I_G = G_1 + T_1^i + T_1^j \quad (10)$$

$$B^i = C_1^{ij} = -C_1^{ji} \quad (11)$$

各変数の右下の添字は期数を表している。また、 $B^i$  は地域iの1期末における対外純債権であり、 $CA^i$  に一致する。なお、本モデルでは2期末で経済活動が終了するため、家計は2期末にすべての債権を清算して残余分を消費に充てる。従って、 $I_2^i = -K_2^i$  が成立する。

(8)式は生産関数であり、各地域の総生産が地域固有の民間資本ストックと共通の社会資本ストックの関数となっている。(9)及び(10)式は民間資本ストックと社会資本ストックの推移を表す。本モデルでは資本の減耗は考慮していない。

(7)の最適化問題を  $B^i$  と  $K_2^i$  について解くと以下の最適化条件が導かれる。

$$C_2^i = \beta^\sigma (1+r)^\sigma \cdot C_1^i \quad (12)$$

$$r = A^i F'(K_2^i) = \alpha A^i \cdot \left( \frac{G_2}{K_2^i} \right)^{1-\alpha} \quad (13)$$

本モデルは2地域からなる閉鎖経済であるため、均衡状態においては(14)式のように資金需給がバランスする必要がある。この時の利率を均衡利率  $r^*$  と定義する。

$$B^1(r^*) + B^2(r^*) = 0 \quad (14)$$

(7)式の予算制約式及び(8)~(14)式から  $r^*$  の満たす条件式を求めることができる。 $r^*$  が決定すると1期末の純債権  $B^i$  も決定し、これを再び予算制約式に代入することによって1期目の消費水準を求めることができる。結果的にこれらの変数は各外生変数の関数として式(15)のように表すことができる。

$$\begin{aligned} r^* &= r^*(A^1, A^2, G_1, T_1^1, T_1^2, K_1^1, K_1^2) \\ B^i &= B^i(A^i, K_1^i, G_1, T_1^i, T_1^j, r^*) \\ C_1^i &= C_1^i(A^i, K_1^i, G_1, T_1^i, T_1^j, B^i) \end{aligned} \quad (15)$$

1期における消費水準  $C_1^i$  は中に変数  $B^i$  及び  $r^*$  を含んだ入れ子構造になっている。式(15)より均衡状態における各変数の関係が明らかになるため、 $C_1^i$  などの内生変数を各外生変数で微分した時の微分係数の正負やその大きさを評価することにより、経済環境の変化による各地域の厚生や地域間公平への影響を分析する事ができる。

## 5. モデル分析

前章では社会資本ストックによる生産性上昇効果及び輸送費用低減効果を考慮した2地域2期間の構築を行い、均衡解が満たす条件式を導出した。本章では各地域の効用水準に着目して解析を行い、そこから得られるインプリケーションについて整理を行う。

なお、計算では表-2に示す外生変数の数値をモデルケースとし、各変数を変動させる事によってその影響を計測している。この外生変数の設定では地域1が都市部、地域2が地方に相当すると想定している。地域1においては初期民間資及び生産効率が地域2の2倍となっているが、これは都市部においては資本の蓄積が進んでいると共に、集積の経済などの影響によって生産活動に有利な条件が揃っていることを想定している。

なお、分析においては主に1期目の総消費量である  $C_1^i$  に着目して各地域の厚生を評価している。これは、本モデルでは式(12)より2期の消費が1期における消費の定数倍になるため、生涯効用を比較するには1期の消費量のみを比較すれば良いことになるからである。

以下の節では、外生変数が変化した場合に4章の手順から導かれる消費水準がどのような挙動を示すかを分析する。

表2 モデルケースのパラメータ設定

変数の意味	変数	値
民間資本の生産性パラメータ	$\alpha$	0.7
初期インフラストック	$G(1)$	2
異時点間の代替弾力性	$\sigma$	1
輸送費関数のスケールパラメータ	$\delta$	1
輸送費関数の弾力性	$\rho$	1
初期民間資本(地域1)	$K^1(1)$	2
初期民間資本(地域2)	$K^2(1)$	1
生産効率(地域1)	$A^1$	2
生産効率(地域2)	$A^2$	1
税金(地域1)	$T^1$	0.5
税金(地域2)	$T^2$	0.5

### (1) 輸送費のスケールパラメータ $\delta$ を変化させた場合

最初に、輸送費関数(2)のスケールパラメータである  $\delta$  の値を変化させた場合に各経済変数の変化が地域全体の総消費量に対してどの程度の影響を与えるかについて考察する。インフラストックが同じでも  $\delta$  が小さいほど移出入に伴う費用が小さくなる。従って、 $\delta$  は輸送効率を包括的に表すパラメータであり、 $\delta$  が小さいほど輸送効率の高い社会であると言える。図4は式(2)の輸送費関数のスケールパラメータ  $\delta$  を0.25から2.5の範囲まで変動させた場合に、各経済変数に対する、地域1と地域2の消費量を合わせた総消費量の微分係数がどのように変化するかを表している。つまり、グラフの値が正の場合はその経済変数の上昇に伴って総消費が増加していることになる。

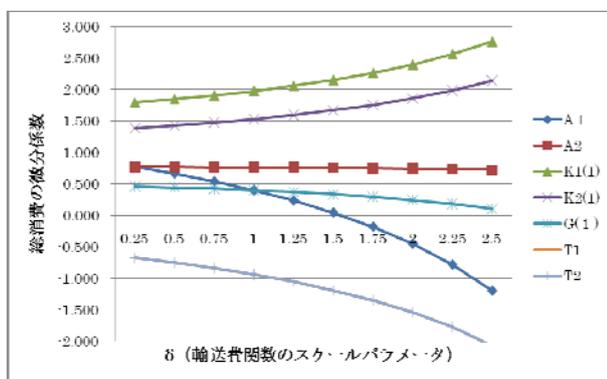


図4 輸送効率を変化させた場合の消費への影響度合い

図4からは、いくつかの特徴が読み取れる。まず地域1の技術水準  $A^1$  の微分係数に着目すると、 $\delta$  の低下に伴って値が上昇し、一定の水準を下回って始めて正になることが分かる。これは、輸送に多額の費用がかかる場合は技術成長により総生産が増加したとしても輸送にかかる費用の影響で総消費が伸び悩む場合が存在することを表している。また、民間資本ストック  $K_1^1, K_1^2$  の微分係数に着目すると、 $\delta$  に対しては単調増加しているのに対し、初期インフラストック  $G_1$  の微分係数に関しては単調減少している。これは、民間資本投資による消費の促進効果は輸送インフラの効率性の低い段階ほど大きくなる一方、インフラに関しては輸送効率が上昇するほど限界的な消費促進効果が高いことを表している。また、今回の分析では各地域の税金  $T_1^1, T_1^2$  に関する微分係数は常に負であるものの、 $\delta$  の減少に伴って消費の抑制効果は小さくなっている事が分かる。

また図5では、初期インフラストック  $G_1$  に関する消費量の微分係数が、地域1と地域2でどのように異なるかを表している。

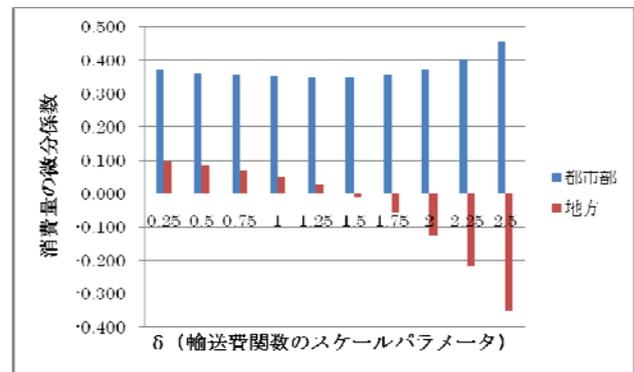


図5 インフラストック増加による各地域の消費促進効果

地方では  $\delta$  の増加に伴って係数が正から負へと単調増加するのに対し、都市部では正の領域内で微増している。このことから、輸送効率の低い社会ほど輸送インフラの整備による都市・地域間格差の拡大の危険性が高いことが示唆される。

### (2) 都市部と地方の負担割合を変化させた場合

次に1期末のインフラ投資額をモデルケースと同じ1に保ったまま、都市部と地方の負担割合を変化させた場合の影響を分析する。

図6では横軸に都市部の税負担 ( $T^1$ ) を、縦軸に各パラメータによる地方における1期の消費水準 ( $C_1^2$ ) の

微分係数をプロットしている。まず、都市部の税水準 $T^U$ が増加するほど地方の税負担減少による消費促進効果が増加していることが分かる。また、輸送費関数のスケールパラメータ $\delta$ に関しても同様の効果が見られることが分かる。一方でこれらのパラメータに関する微分係数はどの場合にも1を下回っている。従って、減税の規模に対する消費水準の増加は低い水準に留まっている。

また、初期インフラストック $G(1)$ に関しては都市部の税負担に関して微分係数が単調減少している。つまり、都市部の負担割合が多い場合にはインフラストックを増やしたとしてもあまり地方の消費の活性化には結びつかないという事も示唆される。

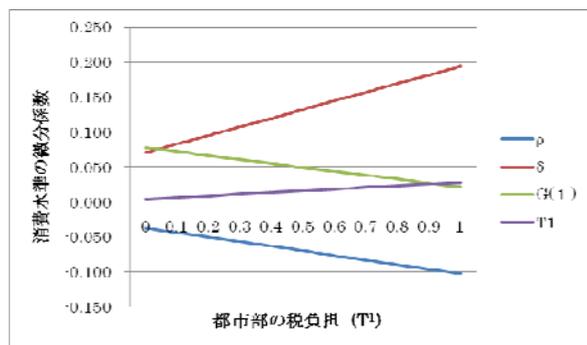


図6 都市部の税負担を変動させた場合の地方消費への影響

## 6. まとめと今後の課題

本研究は社会資本投資とその地域間の費用負担による通時的な影響を地域ごとに定量化するため、多地域型のマクロ動学モデルを構築・分析する事を目的としており、本稿では最も単純な2地域・2期間モデルを構築する事で解析的な分析を行った。

分析からいくつかのインプリケーションが得られたものの、あくまでモデルケースの周辺の値での計算結果に過ぎない。そのため、今後計算例を増やすことで結果の頑健性を確かめる必要がある。また、どのようなメカニ

ズムからそのような結果が出たのかを説明するためにもモデルの特性に関してさらに理解を深める必要がある。

今回の分析ではモデルを単純化するために2期間で経済が終了するという極端な仮定を置いている。また、現在のモデルでは地域住民を1世代の代表的家計で表現しているため、インフラ政策による世代間公平への影響を定量化できないという欠点もある。そこで、今後世代重複モデルを導入することによって定常状態の中での重複する各世代の厚生を評価し、世代間及び地域間公平を包括的に分析する枠組を構築することが課題であるといえる。また、長期的にはシミュレーションモデルを構築して人口減少化や高齢化の移行期における望ましいインフラ政策を分析する事も課題であるといえる。

## 参考文献

- 1) 財務省：最近 20 年間の各年度末の公債残高の推移」  
<http://www.mof.go.jp/jgbs/reference/appendix/zandaka01.pdf>
- 2) 総務省自治財政局財務調査課：平成 12 年度都道府県決算状況調，2002。
- 3) 自治省：平成 2 年度都道府県決算状況調，1991。
- 4) 自治省財政局指導課：昭和 54 年度都道府県決算状況調，1979。
- 5) 自治省財政局指導課：昭和 45 年度都道府県決算状況調，1970。
- 6) 自治省財政局指導課：平成 35 年度都道府県決算状況調，1960。
- 7) 内閣府政策統括官：日本の社会資本，2007。
- 8) 総務省：平成 22 年度版地方財政白書，2010
- 9) Maurice Obstfeld and Kenneth S. Rogoff. : Foundations of International Macroeconomics, MIT Press, 1996.
- 10) 小池淳司，上田孝行，秋吉盛司：社会資本ストック崩壊による経済的被害の空間的把握，pp. 367-374, Vol21, No.2, 土木計画学研究・論文集，2008。
- 11) 伴金美：日本経済の多地域動学的応用一般均衡モデルの開発 Forward Looking の視点に基づく地域経済分析，RIETI Discussion Paper Series 07-J-043，2007。

## On the Inter-regional Financing Scheme of Infrastructure Management

Masaaki Hashimoto and Tomoki Ishikura

This paper analyzes inter-temporal effects of infrastructure investment and the cost burden of each region on the welfare and regional equality, focusing on transport infrastructure, which has large spill-over effect to other regions. The model is based on the dynamic model with two regions, which is often used to analyze how current account is determined in the area of international macroeconomics. Transport infrastructure is assumed to raise the productivity of each region and to lower the transportation cost between two regions. It is analyzed how utility level and inter-regional inequality are affected when some changes take place in economic system, such as the cost burden between regions and the effectiveness of transportation.