

鳥取大学大学院 正会員 ○ 池田 結樹  
鳥取大学 正会員 福山 敬

## 1 背景と目的

近年、日本では地方の行政サービスの提供に関してその財源や実質的権限を地方政府に移譲するという地方分権の議論が盛んになされており、道路整備もその対象となっている。一方で、地域・都市経済学の分野において、地域間交通基盤施設(主に道路)整備が地域・都市に及ぼす影響について数多くの研究蓄積があるが<sup>1)</sup>、そこでは地域間道路のサービス水準を表わす交通抵抗は外生的に扱われており、地域政府の地域間道路整備に関する意思決定を明示的に扱った研究はほとんどなされていない。また、地域政府が主体となって地域間道路整備を行う場合、地域間道路整備はその効果が広域に及ぶ地域社会資本であるため影響が及ぶ複数の地域による連携整備が必要である。しかしながら、地域間道路整備に関する地方自治体への意思決定権限の移譲は必ずしも自発的な地域連携を意味せず、場合によっては自治体間の戦略的行動を招き、結果、非効率なサービス水準に陥ってしまう可能性が考えられる。そこで本研究では、地域間道路のサービス水準を複数の地域政府が内生的に決定する理論モデルを構築し、地域間道路のサービス水準に影響を及ぼす各地域政府の誘因構造を明らかにする。具体的には、直列3地域から成る経済の一般均衡モデルに各地域政府の意思決定を非協力ゲームとして組み込んだ理論モデルを構築し、数値シミュレーションによる分析を通じて地域間道路整備に関する自発的な地域連携の可能性について分析を行う。

## 2 モデルの構築

### 2.1 地域間道路の整備方策

本研究では、地域連携整備が行われうる最も単純なケースとして図-1のような地域間道路で結ばれた隣接直列3地域システムを想定する。

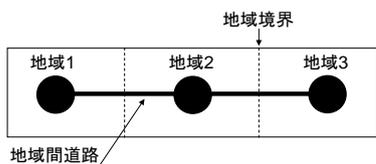


図-1 本モデルの空間イメージ

各地域は隣接地域と地域間道路によって繋がっているが、地方分権構造下において各地域政府が地域間道路をどのように整備するかについては多様に考えられる。ここでは、地域間道路の整備方策として次のような整備方策を想定する。(1)各地域政府は地域間道路の自地域部分のみを単独で整備する(これ

を「個別整備」と呼ぶ)。(2)隣接する2地域が原資を出し合い当該地域間道路全体を同一水準に整備する(「2地域連携整備」)。(3)全地域が原資を出し合い2本の地域間道路を同一水準に整備する(「全地域連携整備」)。なお、このとき地域2のみ一方の地域間道路を「個別整備」し、もう一方を「2地域連携整備」することが可能となる(これを「混成整備」と呼ぶ)。このような各地域政府による整備方策の下で、直列3地域を繋ぐ2本の地域間道路の整備方策の組み合わせを表わしたものが表-1である。このように、地域間道路整備の仕方として4つのパターンが存在する。

表-1 地域間道路の整備パターン

整備パターン	地域間道路	
	地域1-地域2	地域2-地域3
個別整備パターン	個別整備	個別整備
2地域連携整備パターン	2地域連携整備	2地域連携整備
混成整備パターン	①	個別整備
	②	2地域連携整備
全地域連携整備パターン	全地域連携整備	

### 2.2 直列3地域一般均衡モデル

図-1のような空間的位置が外生的に与えられている隣接直列3地域システムの地域間道路の各整備方策に対して一般均衡モデルを構築するにあたり、以下の仮定を設ける。

- ① 各地域には家計、地域固有の1財のみを生産する収穫一定産業、地域政府の3主体が存在する。
- ② 家計、企業は立地を変更することができない。
- ③ 地域政府は、自地域住民からの税収を原資に資本市場から資本を購入し地域間道路整備を行う。
- ④ 地域間の財輸送に関する交通抵抗をIceberg型(氷解型)で考慮する。

#### (1) 企業の行動モデル

各地域の企業は一次同時の生産技術下で利潤最大化行動をとるとする。このとき、地域*i*全体つまり産業*i*における生産要素の需要関数、超過利潤ゼロの条件からf.o.b.価格が以下のように得られる。

$$L_i = \frac{\alpha_i}{w_i} q_i Y_i \quad (1), \quad K_i = \frac{(1-\alpha_i)}{r} q_i Y_i \quad (2)$$

$$q_i = C(w_i, r) = \alpha_i^{-\alpha_i} (1-\alpha_i)^{\alpha_i-1} w_i^{\alpha_i} r^{1-\alpha_i} \quad (3)$$

ただし、 $L_i$ : 地域*i*の労働の需要量、 $K_i$ : 地域*i*の資本の需要量、 $\alpha_i$ : 地域*i*における労働の分配パラメータ、 $w_i$ : 地域*i*の賃金率、 $r$ : 資本レント、 $q_i$ : 地域*i*で生産される財のf.o.b.価格、 $Y_i$ : 地域*i*で生

産される財の生産量,  $C(w_i, r)$ : 平均費用である.

## (2) 家計の行動モデル

各地域住民は効用最大化行動をとるとする. 地域  $i$  の住民の効用関数を Cobb-Douglas 型と仮定すれば, 地域  $i$  における住民一人当たりの財  $m$  の需要関数  $x_i^m$  は以下のように得られる.

$$x_i^m = \frac{\beta^m}{p_i^m} \left( w_i + r \frac{\bar{K}}{\sum_i N_i} - t_i \right) \quad (4)$$

ただし,  $p_i^m$ : 地域  $i$  の財  $m$  の c. i. f. 価格,  $\beta_m$ : 財  $m$  の消費分配パラメータ ( $\sum \beta^m = 1$ ),  $\bar{K}$ : 本経済システム内の総資本量,  $N_i$ : 地域  $i$  の人口,  $t_i$ : 地域  $i$  の地域間道路整備のための目的税である.

また, c.i.f. 価格は次の条件を満たす.

$$\begin{aligned} p_i^m &= q_i & \text{if } i = m \\ p_i^m &= q_m (1 + \varepsilon_m \Theta_{(i-m)}) & \text{if } i \neq m \end{aligned} \quad (5)$$

ただし,  $\varepsilon_m$ : 財  $m$  の輸送による単位距離当りの減耗率,  $\Theta_{(i-m)}$ : 地域  $i$  と  $m$  間の地域間道路の交通抵抗.

## (3) 地域間道路のサービス水準

本研究では, 従来の理論的研究において外生的に与えられてきた地域間道路の交通抵抗(サービス水準)を各地域政府が決定する税水準の減少関数として定義する. つまり, 地域政府による道路投資の増大はサービス水準の向上(交通抵抗の低下)を意味する. このような変化は交易される財の価格を通して財の需要量に反映される. 地域間道路の各整備方策下における交通抵抗(サービス水準)を単位距離当りとして以下のように定式化する.

### 【個別整備パターン】

$$\theta_{i(i-j)} = \left[ \frac{K_{i(i-j)}}{d_{i(i-j)}} \right]^{-\varphi} \quad (6-1)$$

$$rK_{1(1-2)} = N_1 t_1, rK_{2(2-1)} = \gamma_{(2-1)} t_2 N_2 \quad (7-1-1)$$

$$rK_{2(2-3)} = (1 - \gamma_{2-1}) t_2 N_2, rK_{3(3-2)} = t_3 N_3 \quad (7-1-2)$$

ただし,  $\gamma_{(2-1)}$ : 地域 2 による地域間道路 2-1 の整備への税の分配率,  $\theta_{i(i-j)}$ : 地域  $i$  の地域間道路  $i-j$  の単位距離当りの交通抵抗,  $K_{i(i-j)}$ : 地域  $i$  が地域間道路  $i-j$  の自地域部分に投資する資本の量,  $d_{i(i-j)}$ : 地域  $i$  の地域間道路  $i-j$  の地域境界までの空間距離,  $\varphi$ : 道路整備の技術を表わすパラメータ ( $\varphi > 0$ ).

### 【2 地域連携整備パターン】

$$\theta_{(i-j)} = \left[ \frac{K_{(i-j)}}{d_{(i-j)}} \right]^{-\varphi} \quad (6-2)$$

$$rK_{(1-2)} = t_1 N_1 + \gamma_{(2-1)} t_2 N_2 \quad (7-2-1)$$

$$rK_{(2-3)} = (1 - \gamma_{(2-1)}) t_2 N_2 + t_3 N_3 \quad (7-2-2)$$

ただし,  $\theta_{(i-j)}$ : 地域間道路  $i-j$  の単位距離当りの交通抵抗,  $d_{(i-j)}$ : 地域  $i-j$  間の地域間道路の空間距離 ( $d_{(i-j)} = \sum_k d_{k(i-j)}$ ),  $K_{(i-j)}$ : 地域  $i, j$  が地域間道路  $i-j$  の整備に投資する資本の量.

### 【全地域連携整備パターン】

$$\theta_{(1-3)} = \left[ \frac{K_{(1-3)}}{d_{(1-3)}} \right]^{-\varphi} \quad (6-3)$$

$$rK_{(1-3)} = t_1 N_1 + t_2 N_2 + t_3 N_3 \quad (7-3)$$

### 【混成整備パターン】

混成整備パターンでは, 直列 3 地域を繋ぐ 2 本の地域間道路のうち的一方は個別整備され, もう一方は 2 地域連携整備される. したがって, (6-1), (7-1), (6-2), (7-2) が混成する形で定式化される.

## (4) 市場均衡条件

市場均衡条件はそれぞれ以下のように表わされる.

### ・財市場

$$\begin{aligned} Y_1 &= L_1 x_{11} + L_2 x_{21} (1 + \varepsilon_1 \Theta_{(1-2)}) + L_3 x_{31} (1 + \varepsilon_1 \Theta_{(1-3)}) \\ Y_2 &= L_1 x_{12} (1 + \varepsilon_2 \Theta_{(1-2)}) + L_2 x_{22} + L_3 x_{32} (1 + \varepsilon_2 \Theta_{(2-3)}) \end{aligned} \quad (8)$$

$$Y_3 = L_1 x_{13} (1 + \varepsilon_3 \Theta_{(1-3)}) + L_2 x_{23} (1 + \varepsilon_3 \Theta_{(2-3)}) + L_3 x_{33}$$

$$\cdot \text{労働市場 } N_i = L_i \quad (9)$$

### ・資本市場

### 【個別整備パターン】

$$\bar{K} = K_1 + K_2 + K_3 + K_{1(1-2)} + K_{2(2-1)} + K_{2(2-3)} + K_{3(3-2)} \quad (10)$$

### 【2 地域連携整備パターン】

$$\bar{K} = K_1 + K_2 + K_3 + K_{(1-2)} + K_{(2-3)} \quad (11)$$

### 【全地域連携整備パターン】

$$\bar{K} = K_1 + K_2 + K_3 + K_{(1-3)} \quad (12)$$

### 【混成整備パターン】

$$\bar{K} = K_1 + K_2 + K_3 + K_{1(1-2)} + K_{2(2-1)} + K_{(2-3)} \quad (13)$$

$$\bar{K} = K_1 + K_2 + K_3 + K_{(1-2)} + K_{2(2-1)} + K_{3(3-2)}$$

## 2.3 地域政府の意思決定

各地域政府は地域間道路整備を行うために自地域住民に目的税を課し, 各整備方策の下, 地域間道路整備が財価格や賃金率に及ぼす影響を考慮して自地域住民の効用を最大にするように税水準を決定するものとする. そのような地域政府の行動は以下のような最大化問題として定式化される.

$$\max_{t_1, t_2, t_3} V_i = \Pi_m \left\{ \frac{\beta_m}{p_i^m(t_1, t_2, t_3, \gamma_{(2-1)})} \left( w_i(t_1, t_2, t_3, \gamma_{(2-1)}) + r \frac{\bar{K}}{\sum_i N_i} - t_i \right) \right\}^{\beta_m}$$

s.t. 各整備パターンでの一般均衡体系

この最大化問題の制約条件は、各整備パターンに対応する一般均衡体系式である。このように各整備パターンにおいて各地域政府によって決定される税率及び税分配率(地域2のみ)は、上記のような最大化問題の解として一般均衡体系で内生的に決定される。当然のことながら、地域間道路全体のサービス水準は各地域のサービス水準により決定されるため、各地域で生産される財を消費する各地域住民の効用は、自地域の地域間道路のサービス水準だけでなく他地域のサービス水準にも影響を受ける。したがって、他地域のサービス水準を意識した各地域政府の意思決定は相互依存的となり、この最大化問題の解はナッシュ均衡として導出される。

### 3 シミュレーション分析

本研究では各地域の人口や地域間道路の整備区間長の違いを考慮し、以下の3ケースを設定し数値シミュレーションを行った。

表-2 シミュレーションのケース設定

CASE0	地域間で人口・整備区間長が完全に対称
CASE1	地域間で人口が非対称
CASE2	地域間で整備区間長が非対称

表-3はCASE0における各地域の均衡税率とその下での社会厚生について示したものである。ここで、社会厚生はベンサム型(効用の単純和)で定義している。この結果を見ると、2地域連携整備パターンにおいて地域2の均衡税率がゼロとなっており、また混成整備パターンにおいて税の分配率が1(地域2は地域3との地域間道路に道路投資を行わない)であることから、2地域連携整備を行う場合、空間的に優位にある地域2が相手地域の整備努力にフリーライドする誘因を持つことが分かる。一方、社会厚生は2地域連携整備パターンで最大となる。このとき、全地域連携整備パターンで社会厚生は最小となり、これは各地域が隣接地域だけでなく他地域の整備努力にも依存するようになるためであると考えられる。

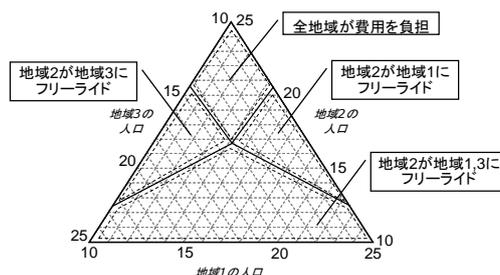
表-3 CASE0における税率と社会厚生

	税率(分配率 $\gamma_{2-1}$ )			社会厚生
	地域1	地域2	地域3	
個別整備パターン	0.187	0.282 (0.5)	0.187	5.368
2地域連携整備パターン	0.353	0.000 (-)	0.353	5.615
混成整備パターン①	0.190	0.153 (1.0)	0.353	5.531
全地域連携整備パターン	0.227	0.136 (-)	0.227	5.278

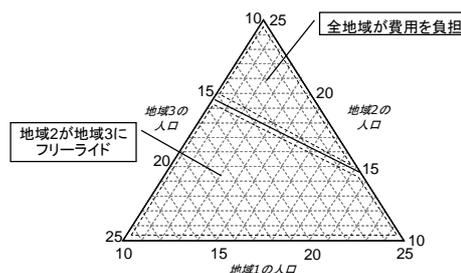
図-2, 図-3はそれぞれCASE1における人口分布とフリーライド構造の関係、社会厚生を最大にする整備

パターンについて示したものである。ここで、正三角形内の各点は総人口45の下での各地域の人口分布を表す。図2(a), (b)より2地域連携整備を行う地域2の相手地域へのフリーライドの誘因は人口分布によって変化することがわかる。また、図2(c)より3地域連携整備パターンにおいても人口分布によって各地域にフリーライドの誘因が確認された。一方、図-3より地域2が大都市のような場合を除き2地域連携整備パターンによって最も大きな社会厚生が達成されることがわかる。しかし、ここでもCASE0同様に全地域連携整備パターンは他のどの整備パターンよりも低い社会厚生しか達成しえない。

(a)2地域連携整備パターン



(b)混成整備パターン①



(c)全地域連携整備パターン

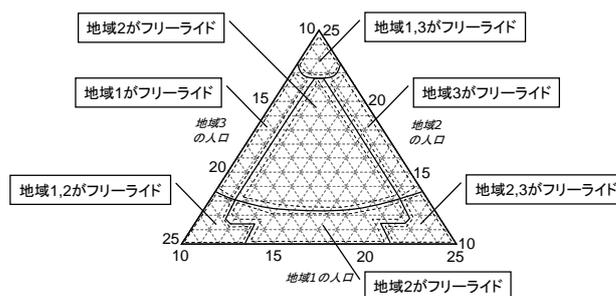


図-2 人口分布とフリーライドの構造

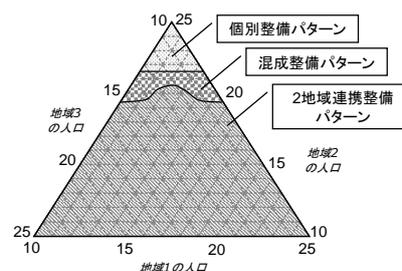


図-3 人口分布と社会厚生を最大にする整備パターン

CASE2では、各整備パターンにおけるフリーライド

の誘因構造および社会厚生的大小関係は CASE0 と同様の結果となった。このことから、2 地域連携整備における各地域のフリーライドの誘因は、人口が地域間で等しい場合、各地域の空間的位置に依存して決まり、各地域が持つ地域間道路の距離には影響されないといえる。ただし、地域 2 の整備区間が他地域と比べて短い場合には、個別整備パターンによっても比較的良好な整備が行えることが確認された。

#### 4 地域連携整備の安定性に関する考察

ここでは、各地域政府が地域間道路整備に関して連携するか否かについても意思決定を行うと想定し、ネットワーク形成ゲームのペアワイズ安定性<sup>3)</sup>の概念を援用し地域連携整備が安定的に成立しうるかについて検討する。ペアワイズ安定的なネットワークとは、次の条件を満たすネットワークのことである。

- (i) リンクで結びついているどのプレイヤーも他のプレイヤーとのリンクをカットする誘因を持たない。
- (ii) リンクで結びついていないどんなペアのプレイヤーに対しても、それらの内の少なくとも一人は相手のプレイヤーとリンクを形成する誘因を持たない。

そこで、本研究では地域政府は各整備パターン下での自地域住民の効用水準をもとにどの整備方策をとるかについて決定するものとし、以下の仮定を設ける。なお、下記の仮定①はペアワイズ安定性の概念に対応する。

- ① 各地域は互いに益を見つけ同意が成立する場合には 2 地域連携整備を行い、またその連携は相手の合意なく一方的に解消することができる。
- ② 全地域は益を見つけ同意が成立する場合には全地域連携整備を行い、またその連携は他地域の合意なく一方的に解消することができる。なお、連携が解消された場合、各地域は個別整備する。

図-4 は CASE0 における地域連携整備の安定性についての分析結果を示している。2 地域連携整備パターンでは、地域 2 にフリーライドされる両端の地域は地域 2 との連携を解消することで自地域の効用を増大させることができる。また、混成整備パターンでも同様に 2 地域連携整備においてフリーライドされる両端の地域は連携を解消することで効用を増大できる。一方、全地域連携整備パターンでもフリーライドされる両端の地域は全地域連携整備を解消することで効用を増大させる。このため、2 地域連携整備パターン・混成整備パターン・全地域連携整備パターンはどれも安定的に存在せず各地域が地域間道路を個別に整備する場合が唯一安定的となる。このように、本研究では 2 地域連携整備によってより高い社会厚生を達成できるにもかかわらず、2 地域連携整備パターン、さらには部分的連携である混成整備パターンですら連携整備は安定的に形成しえないことが示された。以上のことは、CASE1 において地域 2 の人口が相対的に大きい場合に連携解消の誘因構造が CASE0 とは異なるものの、CASE1, CASE2 においても

同様に当てはまることが確認される。

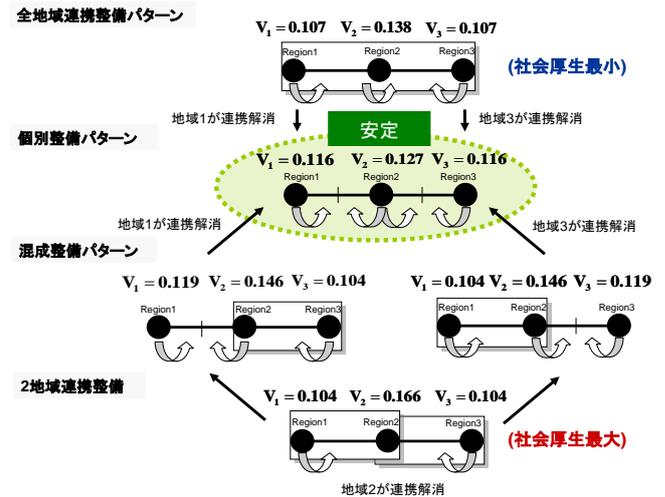


図-4 地域連携整備の不安定 (CASE0)

#### 5 まとめ

本研究では、従来、外生的に扱われてきた交通抵抗を地域間道路のサービス水準として捉え、そのサービス水準を決める地域間道路投資のための税水準を直列 3 地域の一般均衡体系内で各地域政府が内生的に決定する統合的な理論モデルを構築した。また、数値シミュレーションを行い各整備パターン下において各地域政府に働く誘因構造を明らかにした。ここでは、連携整備下では地域間でフリーライドが存在し、その構造は各地域の空間的位置や人口分布に決定的に依存することが示された。また、ネットワーク形成ゲームの概念を援用することで、隣接地域による連携整備により社会厚生を増大させる可能性があるにもかかわらず、連携する地域政府にはフリーライドの誘因が存在するため各地域政府が自発的に地域連携整備を行わないことが示された。以上のことから、地域間道路整備に関する権限と財源が完全に地方に分権化された状況では、各地域政府に連携を誘発させるような中央政府の政策的介入が必要であると考えられる。ただし、全地域連携整備のような連携の仕組みでは各地域が個別に整備する場合よりさらに低い社会厚生しか達成されないことが本研究において示されているように、中央政府による連携を誘発するような政策・制度設計はより慎重に行う必要があると考える。

#### 参考文献

- 1) Mun, S. -I. : Transport network and system of cities, Journal of Urban Economics, Vol.42, pp.205-221, 1997
- 2) 福山敬, 倉崎慎士 : 交通基盤施設整備に関する地域連携のモデル分析, 国際交通安全学会誌, Vol.32, No.3, pp 14-21, 2007
- 3) Furusawa, Y. and Konishi, H. : Free trade networks with transfers, The Japanese Economic Review, 56(2), pp. 144-164, 2005