

# 道路混雑対策としての容積率規制と道路投資の 組合せ政策に対する評価法

金子貴之<sup>1</sup>・河野達仁<sup>2</sup>・森杉壽芳<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 修 (情報科学) 東北大学大学院情報科学研究科 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06)

<sup>2</sup>正会員 博 (学術) 東北大学大学院情報科学研究科 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06)  
UC Transportation Center, University of California (Berkeley, CA, 94720-1782)

<sup>3</sup>正会員 工博 東北大学教授 情報科学研究科 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06)

本研究では道路混雑等の外部不経済対策である容積率規制と道路投資について考察する。2地域2変数の一般均衡モデルを構築し、容積率規制及び道路投資に対する評価法を作成する。更に、所与の道路容量に対する適正な容積率規制条件、所与の容積率に対する適正な道路投資条件を導く。また、容積率規制と道路投資の組合せ政策を考察し、評価法を提案する。これにより、容積率規制が行われている次善の経済においても、常に適正な容積率規制が達成されている状況では、道路市場のみで道路投資の便益を計測できることを述べる。

**Key Words:** FAR regulations, road investments, cost benefit analysis, second best

## 1. 本研究の目的

都市活動には道路をはじめとする都市施設が必要であり、都市機能の効率化には都市施設と土地利用とのバランスが望まれる。現状として、土地利用の高度化に対して都市施設が不足し、それに伴い、交通混雑に代表される外部不経済が発生している。容積率規制はその外部不経済対策として、床面積市場を規制し、土地の高度利用を制限する手法として用いられている。言い換えると、容積率規制は外部不経済が生じている市場（例えば、交通市場）に混雑税などの直接的政策が行えない場合の次善の策である。よって、都市施設とのバランスを考慮した上で、最適な容積率規制を考察する分析が必要である。

都市施設と土地利用のバランスにより、都市施設の整備と同時に土地利用の高度化が可能となるため、都市施設の整備と土地の高度利用は組合せ政策として考える必要がある。現在の道路投資評価マニュアル<sup>1)</sup>は開発交通及び私的開発投資を考慮した上で、道路投資に対して評価法を与えている。丹野<sup>2)</sup>は複数の公的開発投資（例えば、道路整備と治水事業）に対して、両者の最適組合せ政策に対応する評価法を提示した。しかし、土地利用を制限する容積率規制のような規制のあり方には何も答えていない。その上、現在、各省庁<sup>3)</sup>が規制緩和の評価法の導入を検討しており、都市施設の整備と土地の高度利用の組合せ政策に対する評価法の提示が求められている。

既に過去の多くの研究<sup>例えば 4)~12)</sup>が厚生経済学的観点で容積率規制を含め、土地利用規制に関して論じている。山崎・日引<sup>8)</sup>の研究では、容積率規制等の規制緩和が与

える影響について一般均衡理論を用いて分析している。しかし、地価の変化、都市の広がり、利益分配等、都市構造や分配構造の変化に着眼点が置かれており、最適な容積率規制のあり方を明示していない。Fujita, M.<sup>9)</sup>の論文では、ゾーニングによる都市構造や分配構造の変化を考察し、更に、最適規制を明示している。しかし、都市施設とのバランスを考慮しておらず、都市施設の整備と土地利用の高度化の組合せ政策について検討していない。

本研究では容積率規制を道路混雑対策として捉え、公共施設として道路施設を考え、容積率と道路施設との関係を明示化することを目的とする。このため、2地域の一般均衡モデルを構築し、所与の道路容量に対して厚生を最大化する適正容積率、所与の容積率に対して厚生を最大化する適正道路容量が満足すべき条件式を導く。更に、容積率規制と道路投資が同時に適正化される組合せ政策について考察し、評価法を提案する。これにより、道路投資によって可能となる土地利用の高度化、つまり、容積率規制が緩和される効果の取扱いについて検討する。

また、Kanemoto, Y.<sup>13)</sup>は、交通市場を除くすべての財の価格と限界費用が等しい最善 (First Best) の経済では、交通市場の波及効果のすべてを交通市場の一般均衡需要曲線により計測できると示した。本研究では容積率が規制される次善の経済においても、常に適正な容積率規制を考慮した一般均衡需要曲線であれば、波及効果を交通市場である道路市場のみで計測できることを示す。

## 2. 都市モデルの構築

### (1) モデルの前提

社会は2ゾーン( $i=1,2$ )からなる閉空間より構成され、 $\bar{N}$ 個の家計、2つの企業(私的生産企業と Developer)が存在し、政府が道路容量及び床面積(容積率)を決定するものとする。地域内の便益水準を計測するために閉空間とし、当該ゾーンの人口数に因るところが大きい交通量の変化を示すために空間を考慮し、人口移動を明示化する。更に、容積率と床面積との関係を単純化するために、道路からの土地需要は存在しないとする。

### (2) 交通所要時間

交通混雑を表現するために、交通所要時間を式(1)のように全交通量と道路ストックを用いて表す。道路ストックは道路容量を表す指標であり、貨幣単位で表す。

$$t_i = t(Z_i, K_i) \quad (1)$$

ただし、 $t_i$ : 交通所要時間

$Z_i$ : ゾーン内の全交通量

$K_i$ : 道路ストック

### (3) 家計の行動モデル

家計は両ゾーンで同質の効用関数を持ち、式(2b)により表現される予算制約、式(2c)による時間制約条件の下で、式(2a)に従う効用最大化行動を行うものとする。なお、本研究では容積率規制と交通混雑との関係の明示化を目的としており、モデルの単純化のためにゾーン間の移住費用、通勤交通費用は存在しないものとし、私的交費用のみが居住しているゾーンのみで発生するとする。

$$V_i = \max_{x_{hi}, f_{hi}, z_{hi}, a_{hi}} u(x_{hi}, f_{hi}, z_{hi}, a_{hi}) \quad (2a)$$

$$s.t. x_{hi} + r_i f_{hi} = w_i L_i + \frac{1}{N} \left\{ \pi + \pi_f + \sum_i R_i \bar{S}_i - \sum_i K_i \right\} \quad (2b)$$

$$t(Z_i, K_i) z_{hi} + L_i + a_i = \bar{T} \quad (2c)$$

ただし、 $u$ : 直接効用関数

$x_{hi}$ :  $i$ ゾーンの各家計の合成財需要(価格は1)

$f_{hi}$ :  $i$ ゾーンの各家計の床面積需要

$z_{hi}$ :  $i$ ゾーンの各家計の交通需要

$a_{hi}$ :  $i$ ゾーンの各家計の余暇時間

$L_i$ :  $i$ ゾーンの各家計の労働供給

$r_i$ :  $i$ ゾーンの床面積の価格

$R_i$ :  $i$ ゾーンの各家計の土地の価格

$w$ : 賃金率

$\pi$ : 一般企業の利潤

$\pi_f$ : Developerの利潤

$\bar{S}_i$ :  $i$ ゾーンの土地面積

$\bar{T}$ : 各家計の所有時間

$N_i$ :  $i$ ゾーンの人口

$\bar{N}$ : 全人口

式(2b)では、利潤や地代、道路投資が全ての家計に等分に配分、徴収されていると仮定している。式(2c)の労働供給  $L_i$  を式(2b)に代入すると時間価値  $w$  の一般化所得制約式となる。一般化所得として式(2f)のように定義する。

$$\Omega = w\bar{T} + \frac{1}{N} \left\{ \pi + \pi_f + \sum_i R_i \bar{S}_i - \sum_i K_i \right\} \quad (2f)$$

ただし、 $\Omega$ : 一般化所得

式(2)で表される制約条件付き最大化問題を解くと、合成財需要関数(3a)、床面積需要関数(3b)、交通需要関数(3c)、余暇時間需要関数(3d)を得る。

$$x_{hi}^* = x_{hi}(1, r_i, Z_i, K_i, w, \Omega) \quad (3a)$$

$$f_{hi}^* = f_{hi}(1, r_i, Z_i, K_i, w, \Omega) \quad (3b)$$

$$z_{hi}^* = z_{hi}(1, r_i, Z_i, K_i, w, \Omega) \quad (3c)$$

$$a_{hi}^* = a_{hi}(1, r_i, Z_i, K_i, w, \Omega) \quad (3d)$$

更に、式(3)を式(2a)に代入することにより、式(4)で示す間接効用関数を得る。

$$V_i = V_i(1, r_i, Z_i, K_i, w, \Omega) \quad (4)$$

### (4) 私的生産企業の行動モデル

私的生産企業は生産関数を示す式(5b)と、交通に関する技術的制約式(5c)の下で、式(5a)に従って利潤最大化行動を行うものとする。式(5c)は労働時間が実労働時間と交通所要時間から構成されていることを示す。なお、同一の企業が2ゾーン内で自由な規模で立地すると考える。単純化のために家計同様、企業からの交通は立地しているゾーンでのみ発生すると仮定する。また、合成財の生産関数式(5b)は規模に関して一定とする。

$$\pi = \max_{X_i, f_i, z_i, nl_i} \sum_i \{ X_i - (r_i f_i + w l_i) \} \quad (5a)$$

$$s.t. X_i = X(f_i, z_i, nl_i) \quad (5b)$$

$$l_i = nl_i + t(Z_i, K_i) z_i \quad (5c)$$

ただし、 $X_i$ : 合成財供給(価格は1)

$f_i$ : 床面積需要

$z_i$ : 交通需要

$l_i$ : 労働需要(雇用労働時間)

$nl_i$ : 実労働時間

### (5) Developerの行動モデル

Developerは容積率規制による床面積制限の下で式(6a)で表現される利潤最大化行動を行うとする。式(6b)は床面積の生産関数を示し、床面積制限を受けている。

$$\pi_f = \max_{x_{fi}, s_{fi}, l_{fi}} \left\{ \sum_i r_i \bar{F}_i - \sum_i (x_{fi} + R_i s_{fi} + w l_{fi}) \right\} \quad (6a)$$

$$s.t. \bar{F}_i = F(x_{fi}, s_{fi}, l_{fi}) \quad (6b)$$

ただし、 $x_{fi}$ : 合成財需要

$s_{fi}$ : 土地需要

$l_{fi}$ : 労働需要

$\bar{F}_i$ : 床面積供給

供給される床面積が常に制約条件に等しいとすると、式(6a),式(6b)は式(7b)で示される床面積を制約条件として、式(7a)で示す費用最小化行動に言い換えられる。

$$C_f = \min_{x_{\beta}, s_{\beta}, l_{\beta}, i} (x_{\beta} + R_i s_{\beta} + w l_{\beta}) \quad (7a)$$

$$s.t. \bar{F}_i = F(x_{\beta}, s_{\beta}, l_{\beta}) \quad (7b)$$

ただし、 $C_f$ : Developer の費用

### (6) 市場均衡条件

各財の均衡条件式を式(8)に示す。合成財、床面積、土地面積、交通量に関して、それぞれ式(8a),式(8b),式(8c),式(8d),式(8e)で表現している。なお、合成財と労働に関して地域間移出入の存在を仮定している。また、式(8f)で表現されるように、2つのゾーンの人口は固定されている。各家計は効用水準の高いゾーンに移住することから、均衡では式(8g)で示されるように両ゾーン間の効用水準が等しくなる。

$$\sum_i (N_i x_w + x_{\beta}) = X \quad (8a)$$

$$N_i f_{hi} + f_i = \bar{F}_i \quad (8b)$$

$$s_{\beta} = \bar{S}_i \quad (8c)$$

$$Z_i = N_i z_{hi} + z_i \quad (8d)$$

$$\sum_i (N_i L_i) = \sum_i (l_i + l_{\beta}) \quad (8e)$$

$$\sum_i N_i = \bar{N} \quad (8f)$$

$$V_1 = V_2 \quad (8g)$$

## 3. 便益の計測

### (1) 便益の定義

本研究では消費者余剰の概念に従い、道路容量と床面積の2つの政策変数が変化した場合の便益を計測する。家計の間接効用関数、企業および Developer の利潤関数の全微分を用い、線積分を行うことにより、2変数が変化した場合の効用の変化分を便益換算する。2ゾーンの社会的便益  $B$  の総和として式(9)が得られる。なお、ゾーン1とゾーン2の所得の限界効用  $\lambda$  は一定で等しいと仮定し、 $\int$  は線積分を表す。

$$B = \int_{\substack{\bar{F}_1 \rightarrow \bar{F}_1^* \\ K_1^* \rightarrow K_1^*}} \frac{dV}{\lambda} \left\{ \begin{array}{l} (\bar{F}_i - N_i f_{hi} - f_i) dr_i \\ + (\bar{S}_i - s_{\beta}) dR_i \\ + (N_i L_i - l_i - l_{\beta}) dw \\ - (N_i z_{hi} + z_i) w \frac{\partial t(Z_i, K_i)}{\partial K_i} dK_i - dK_i \\ - (N_i z_{hi} + z_i) w \frac{\partial t(Z_i, K_i)}{\partial Z_i} dZ_i \\ + \left( r_i - \frac{\partial C_f}{\partial \bar{F}_i} \right) d\bar{F}_i \end{array} \right. \quad (9)$$

ただし、スーパースプリクト  $m$ : 政策前  
スーパースプリクト  $n$ : 政策後

### (2) 便益計測

本研究の目的は容積率規制と道路容量の関係の明示化であり、モデルの単純化のために1つのゾーンの政策変数である床面積と道路容量を与件とし、もう1つのゾーンの床面積、道路容量が変化した場合の便益を計測する。なお、実際には式(10)に示すようにゾーン2の政策変数(床面積と道路容量)を与件とし、ゾーン1の政策変数の変化による便益を計測する。

$$dK_2 = 0, d\bar{F}_2 = 0 \quad (10)$$

したがって、便益は式(11)のように定式化できる。

$$B = \int_{\substack{\bar{F}_1 \rightarrow \bar{F}_1^* \\ K_1^* \rightarrow K_1^*}} \left\{ \begin{array}{l} \left( -N_1 f_{h1} - f_1 + \bar{F}_1 \right) dr_1 + \left( -N_2 f_{h2} - f_2 + \bar{F}_2 \right) dr_2 \\ + \left( -s_{\beta} + \bar{S}_i \right) dR_i + \left( -s_{r2} + \bar{S}_2 \right) dR_2 \\ + \left( N_1 L_1 - l_1 - l_{\beta} \right) dw + \left( N_2 L_2 - l_2 - l_{\beta} \right) dw \\ + \left( r_1 - \frac{\partial C_f}{\partial \bar{F}_1} \right) d\bar{F}_1 - \left( N_1 z_{h1} + z_1 \right) w \frac{\partial t(Z_1, K_1)}{\partial K_1} dK_1 - dK_1 \\ - \left( N_1 z_{h1} + z_1 \right) w \frac{\partial t(Z_1, K_1)}{\partial Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial \bar{F}_1} d\bar{F}_1 \\ - \left( N_2 z_{h2} + z_2 \right) w \frac{\partial t(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial \bar{F}_1} d\bar{F}_1 \\ - \left( N_1 z_{h1} + z_1 \right) w \frac{\partial t(Z_1, K_1)}{\partial Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial K_1} dK_1 \\ - \left( N_2 z_{h2} + z_2 \right) w \frac{\partial t(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial K_1} dK_1 \end{array} \right. \quad (11)$$

### (3) ショートカット理論

式(11)に式(8)で表現される市場均衡条件式を代入すると、式(12)に変形でき、いわゆるショートカット公式を得ることができる。

$$B = \int_{\substack{\bar{F}_1 \rightarrow \bar{F}_1^* \\ K_1^* \rightarrow K_1^*}} \left\{ \begin{array}{l} \left( r_1 - \frac{\partial C_f}{\partial \bar{F}_1} \right) d\bar{F}_1 - Z_1 w \frac{\partial t(Z_1, K_1)}{\partial K_1} dK_1 - dK_1 \\ - Z_1 w \frac{\partial t(Z_1, K_1)}{\partial Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial \bar{F}_1} d\bar{F}_1 - Z_2 w \frac{\partial t(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial \bar{F}_1} d\bar{F}_1 \\ - Z_1 w \frac{\partial t(Z_1, K_1)}{\partial Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial K_1} dK_1 - Z_2 w \frac{\partial t(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial K_1} dK_1 \end{array} \right. \quad (12)$$

式(12)の第1項は容積率規制による死荷重増減を示し、第2項は道路容量変化に伴う交通費用増減、第4、5項は床面積変化に伴う外部不経済増減、第6、7項は道路容量変化に伴う外部不経済増減を示す。土地、労働市場は間接市場であり、床面積、交通市場の変化による消費者余剰の増加分がその生産者余剰によってキャンセルされることがわかる。また、床面積市場では規制による死荷重のみキャンセルされずに残ることがわかる。

表-1 便益帰着構成表

	ゾーン1					ゾーン2					計 1,2	
	交通	家計	企業	Dev	地主	計 1	家計	企業	Dev	地主		計 2
家賃便益		[1]	[2]	[3]		0	[4]	[5]	[6]		0	0
土地便益				[7]	[8]	0			[9]	[10]	0	0
労働便益		[11]	[12]	[13]		0	[14]	[15]	[16]		0	0
容積率便益				[17]		[17]					0	[17]
投資額	[20]					[20]					0	[20]
床面積規制による外部不経済減少		[21]*	[22]*			[21+22]	[23]*	[24]*			[23+24]	[21+22+23+24]
道路投資による交通費用・外部不経済減少		[18]+[25]	[19]+[26]			[18+19]+[25+26]	[27]	[28]			[27+28]	[18+19]+[25+26+27+28]
合計											略	B

\*適正容積率下では[17]=[21]+[22]+[23]+[24]が成立する。

4. 評価法と適正解

床面積と道路容量の2つの政策変数のうち、1つの政策変数を所与の条件とした場合の評価法を示す。更に両ゾーンの社会的便益の総和を最大化する効率的な床面積及び道路容量を適正と定義し、適正条件式を導く。

(1) 道路容量一定下の適正床面積

ゾーン1において新たに道路投資がない状況では、式(13)が成立し、ゾーン1の床面積の変化による社会的便益は式(14)によって表される。式(14)に示すように、社会的便益は床面積市場だけでなく、交通市場の便益も考察しなければならない。

$$dK_1 = 0 \tag{13}$$

$$B = \int_{F_1}^{F_1 + dF_1} \left\{ \left( r_1 - \frac{\partial C_f}{\partial F_1} \right) dF_1 - Z_1 w \frac{\partial \Pi(Z_1, K_1)}{\partial Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial F_1} dF_1 - Z_2 w \frac{\partial \Pi(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial F_1} dF_1 \right\} \tag{14}$$

適正床面積条件は式(15)で与えられ、式(14)を用いると、適正床面積条件式(16)が導出される。さらに、式(16)より最適容積率条件が得られる。

$$\frac{\partial B}{\partial F_1} = 0 \tag{15}$$

$$r_1 - \frac{\partial C_f}{\partial F_1} = Z_1 w \frac{\partial \Pi(Z_1, K_1)}{\partial Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial F_1} + Z_2 w \frac{\partial \Pi(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial F_1} \tag{16}$$

式(16)の左辺はゾーン1の床面積増加による容積率規制の死荷重の減少量、右辺第1項及び第2項は、それぞれゾーン1の床面積増加によって誘発、開発される交通によるゾーン1の交通外部不経済の増加量、及びゾーン2の減少量を表す。都市全体では限界死荷重と限界交通外部不経済が等しくなった時、つまり、死荷重と交通外部不経済の総和が最小になる時が、ゾーン1の適正床面積である。

(2) 床面積一定下の適正道路容量

ゾーン1にて容積率が一定である状況では、式(17)が成立し、ゾーン1の道路容量の変化による社会的便益は式(18)によって表される。式(18)に示すように、社会的便益は道路市場のみで計測できる。つまり、他の市場である床面積市場で外部不経済が発生している状況でも、式(9b)で示されるように床面積の需要と供給が常にキャンセルアウトされており、規制される床面積が変化しない場合は、外部性によるゆがみの変化は存在しない。

$$dF_1 = 0 \tag{17}$$

$$B = \int_{K_1}^{K_1 + dK_1} \left\{ -Z_1 w \frac{\partial \Pi(Z_1, K_1)}{\partial K_1} dK_1 - Z_2 w \frac{\partial \Pi(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial K_1} dK_1 \right\} \tag{18}$$

適正道路容量条件は式(19)で与えられる。式(18)を用いると、適正道路容量条件式(20)が導出される。

$$\frac{\partial B}{\partial K_1} = 0 \tag{19}$$

$$Z_1 w \frac{\partial \Pi(Z_1, K_1)}{\partial K_1} + Z_2 w \frac{\partial \Pi(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial K_1} = -Z_1 w \frac{\partial \Pi(Z_1, K_1)}{\partial Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial K_1} - 1 \tag{20}$$

式(20)の左辺第1項及び第2項は、それぞれゾーン1の道路容量増加によるゾーン1の交通費用の減少量、及びゾーン2の交通外部不経済の減少量、右辺第1項及び第2項は、それぞれゾーン1の外部不経済増加量、及び道路投資費用の増加量を表す。都市全体では限界交通外部不経済と限界道路投資費用が等しくなった時、つまり外部不経済と道路投資費用の総和が最小になる時が、ゾーン1の適正道路容量である。

(3) 便益帰着構成表

主体間の分配構造を知るために、森杉ら<sup>14),15)</sup>に倣い、便益帰着構成表(BIT)を表-1に示す。表-1は交通投資と容積率規制のどちらの政策にも適用可能である。なお、便益帰着構成表を作成するにあたり分配構造を明示化するために交通投資を行う主体、土地を所有する地主を独

立させる。また、表-1の各値は式(11)に基づく。表-1の便益帰着構成表は容積率規制を考慮した次善の経済におけるプロジェクト評価を対象としており、森杉<sup>14)</sup>の示す道路交通市場以外の経済が最善であるプロジェクト評価に対する便益帰着構成表の応用である。容積率市場を含め、道路交通市場以外が最善である経済では、表-1の容積率便益、床面積規制による外部不経済減少の行において、合計がゼロとなり、キャンセルアウトされる。

式(14)が示すように、道路容量が一定の下で床面積を変化させた場合、交通市場に加え、容積率市場で発生する死荷重を考慮する必要があり、式(18)が示すように、床面積が一定の下で道路投資を行った場合、交通市場のみを考慮すれば十分であることが、便益帰着構成表からも読み取れる。

## 5. 最適解と評価法

### (1) 最適解

適正容積率条件、適正道路容量条件を同時に満たす社会的に最も望ましい解を最適解と定義すると、最適解は式(16)と式(20)の連立方程式の解として求まる。

任意の道路容量に対する適正床面積、任意の床面積に対する適正道路容量を図示すると、例えば図-1のように図示できる。2つの曲線が交差する点が最適解となる。なお、以下では最適解が内点解として存在し、最適解は経済的に安定であると仮定する。

### (2) 容積率規制・道路投資の組合せ政策

所与の道路容量の下での床面積変化、所与の床面積の下での道路容量変化に伴う便益は式(14)、式(18)より計測されることは先に示した。しかし、実際の都市では床面積、道路容量が同時変化する組合せ政策が必要である。

ここでは、床面積、道路容量の2つを同時に政策変数とする際のプロジェクト実行方法について考察する。プロジェクトの最終的な目的としては最適解を達成することである。しかし、実際には直接最適解を推定して推移することは困難であり、現在の条件から徐々に最適解に推移することが考えられる。具体的に考えられる推移法には図-1に示すように、段階的に推移する方法と、常に適正床面積が達成されている下で道路容量を変化させる方法がある。

段階的に推移する方法では、所与の容積率規制の下で、適正な道路投資を行い、変化した適正床面積条件に従い、容積率規制を変化させる。これを繰り返すことにより最適解に推移する方法である。

常に適正床面積が達成されている下で道路容量を変化させる方法は、投資により変化する道路容量に対して常

に変化する適正床面積条件を満たす必要がある。建物の

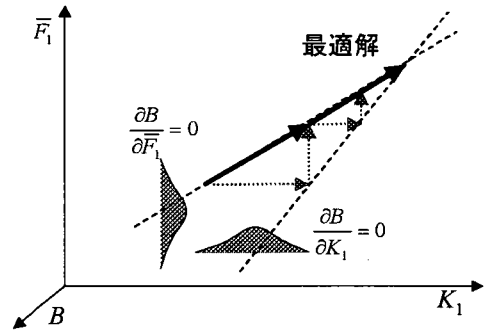


図-1 適正床面積と適正道路容量

耐久性を考慮すると、常に個々の建物を変化させることは難しく、この方法の実現性は低い。ただし、今後導入が求められる同地域での容積率売買の自由化を仮定すると、十分実現可能なプロジェクト方法である。

なお、どちらの推移法でも同様の政策がなされれば、計測される便益は等しくなる。

しかし、段階的に推移する方法では適正な道路投資は現在の容積率規制に制限され、適正な容積率規制は現在の道路投資に制限されるため、円滑に最適解に移行せず、非効率な推移方法である。道路の計画から建設までに最低でも20~30年かかることを考慮しても望ましくない。よって、常に適正床面積が達成されている下で道路容量を変化させる方法、つまり、容積率規制と道路投資を同時に考える方法が望ましい政策であると考えられる。

以下では、各々のプロジェクト実行方法の評価法について考察する。

### (3) 段階的なプロジェクト評価方法

道路投資を行うと、式(15)で求められる適正床面積が変化する。更に容積率規制の変化により適正床面積が達成されると、適正道路容量が変化する。したがって、段階的なプロジェクトでは道路投資による外部不経済の減少効果と、適正床面積の変化による容積率規制の死荷重減少効果の両者を考慮しなければならない。

式(18)より、道路投資による外部不経済の減少効果を得られる。更に、式(14)より適正床面積の変化により容積率規制による死荷重の減少効果を得られる。なお、式(18)の変数は床面積が一定の下での値、式(14)は道路容量が一定の下での値である。

### (4) 適正床面積の下でのプロジェクト評価方法

道路容量を変化させると、適正床面積は式(16)の条件式に基づいて変化する。したがって、道路投資による社会的便益の変化分は、式(12)に式(16)を代入することにより、式(21)にて計測される。

$$B = \int_{\pi^* - \epsilon}^{\pi^* + \epsilon} \left\{ \begin{array}{l} -Z_1 w \frac{\partial f(Z_1, K_1)}{\partial K_1} dK_1 - dK_1 \\ -Z_1 w \frac{\partial f(Z_1, K_1)}{\partial Z_1} \frac{\partial Z_1}{\partial K_1} dK_1 - Z_2 w \frac{\partial f(Z_2, K_2)}{\partial Z_2} \frac{\partial Z_2}{\partial K_1} dK_1 \end{array} \right\} \quad (21)$$

式(21)の変数はすべて適正床面積条件下での値であり、床面積を一定と考えている式(18)とは異なる。つまり、現在の床面積の下での道路利用者便益ではなく、道路容量変化に伴う適正床面積の変化も考慮した便益によって計測される。式(21)に基づくと、床面積市場の死荷重を考慮せずに、交通市場のみで評価が可能である。ただし、式(16)により任意の道路容量下での適正な床面積を想定し、適正な床面積を指定する必要がある。

また、式(21)で表されるように、常に適正床面積に沿ったプロジェクト評価では、道路投資による容積率の緩和効果を道路投資の便益として追加すべきでないと解釈できる。

更に、規制の存在する経済は最善の経済ではなく、規制の存在しない市場に対して価格のゆがみが生じている。式(21)は、それにも関わらず、常に規制が適正なレベルで維持されていれば、この価格のゆがみについては考察する必要がないこと示している。つまり、容積率が規制される次善の経済においても、常に適正な容積率規制を考慮した道路市場の一般均衡需要曲線を用いれば、波及効果を道路市場のみで計測できる。

## 6. 結論

本研究では道路混雑等の外部不経済対策である容積率規制について考察し、床面積と道路容量の2つの政策変数を変化させた際の社会的便益の評価法を求めた。本研究で得られた成果を以下にまとめる。

(1) 容積率規制のような規制が存在する次善の経済において、ショートカット理論を導いた。

道路容量が一定の下で床面積を変化させた場合、交通市場に加え、容積率市場で発生する死荷重を考慮する必要がある。

一方、床面積が一定(規制が変化しない状況)の下で道路投資を行った場合、交通市場のみを考慮すれば十分である。これは、交通市場で外部不経済が発生している状況でも、式(9b)、便益帰着構成表の家賃便益の行で示すように床面積の需要と供給が常にキャンセルアウトされており、床面積が変化しない場合は外部不経済による床面積市場のゆがみの変化は存在しないことに因る。

(2) 適正条件として、所与の道路容量、床面積に対する適正床面積条件、適正道路容量条件を求めた。適正床面積条件では、容積率規制による限界死荷重と限界交通外部不経済が等しくなり、死荷重と交通外部不経済の総

和が最小になる。一方、適正道路容量条件では、限界交通外部不経済に限界道路投資費用が等しくなる。

(3) 更に、社会的に最も効率的である最適解へ移行するプロジェクトを考察し、道路投資における容積率緩和効果について考察した。なお、最適解とは2変数の適正条件を同時に満たす点である。

道路投資が行われた後に適正な容積率が達成される場合、道路投資の評価に、道路投資による交通費用減少・外部不経済減少という効果に、適正な容積率が変化するという効果を追加するべきである。この繰り返しが本研究の5章(3)の段階的なプロジェクト評価法に相当する。ただし、この評価法では制約変数が互いに制限を受けるため円滑に最適解に移行せず、非効率な評価法である。

より効率的な評価法として、道路投資に伴い、常に適正な容積率規制が行われることを考慮したプロジェクト評価法が挙げられる。これは、本研究の5章(4)の適正容積率の下でのプロジェクト評価法に相当する。この評価法は、現在の床面積条件の下で道路投資便益を計測するのではなく、道路と共に変化する適正床面積の下での土地利用・交通を考え、道路投資による便益を計測するプロジェクト評価法である。この評価法に従うと、道路投資の便益に適正容積率が変化する効果を追加するとダブルカウントになるため、追加すべきでない。

(4) 適正容積率の下でのプロジェクト評価法に従うと、容積率が規制される次善の経済においても、常に適正な容積率規制を考慮した道路市場の一般均衡需要曲線を用いれば、波及効果を道路市場のみで計測できる。ただし、一般均衡需要曲線は適正な容積率規制を考慮したものとすべきであり、この関数形を得るのは容易ではない。しかし、注目すべき市場が単一であると図示することも容易であり、実際の計測方法としては利点がある。

(5) 容積率規制は混雑税の代替策であり、交通市場で発生している外部不経済を間接市場である床面積市場で調整している。直接的な政策である混雑税のほうが効率的であるのは明らかであり、導入費用との比較によっては混雑税の導入が求められる。

(6) 本研究は容積率規制と道路投資の関係を簡略に表現するために、2地域から成る都市を構築した。ただし、本研究で得られた結論の多くは3地域以上から成る都市に対しても容易に応用可能である。(3地域以上から成る都市では、通過交通の存在を明示化する必要がある。)また、本モデルは外部不経済として道路混雑を、規制として容積率規制を対象としている。しかし、本研究の議論は間接市場の規制を用いた全ての外部不経済適正化手法に対して有効である。

謝辞:本研究について、佐々木公明教授(東北大学)、安藤朝夫助教授(東北大学)、林山泰久助教授(東北大学)、上田孝行助教授(東京工業大学)、田代敬大助教授(崇城大学)から有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝する。

#### 参考文献

- 1) 道路投資の評価に関する指針, 道路投資の評価に関する指針検討委員会編, 1998, 2000.
- 2) 丹野智之: 立地均衡モデルによる治水整備と道路整備の複合効果の計測, 東北大学卒業論文, 1998.
- 3) 総務庁のホームページ, www.soumu.go.jp
- 4) Courant, P. N. : On the Effect of Fiscal Zoning on Land and Housing Values, *Journal of Urban Economics*, No.3, 88-94, 1976.
- 5) Arnott, R. J. and MacKinnon, J. G. : Measuring the Costs of Height Restrictions with a general Equilibrium Model, *Regional Science and Urban Economics* 7, 359-375, 1977.
- 6) Moss, W. G. : Large Lot Zoning, Property Taxes, and Metropolitan Area, *Journal of Urban Economics*, No.4, 408-427, 1977.
- 7) Grieson, R. E. and White, J. R. : The Effect of Zoning on Structure and Land Markets, *Journal of Urban Economics*, No10, 271-285, 1981.
- 8) 山崎福寿, 日引聡: 土地利用規制の経済分析, *経済研究* 44, No.2, 1993.
- 9) Fujita, M. : Neighborhood externalities and traffic congestion, *Urban economic theory*, Cambridge university press, 1989.
- 10) Brueckner, J. K. and Lai, F. : Urban Growth controls with residentlandowners, *Regional Science and Urban Economics* 26, 1996.
- 11) Komei, S. : Optimal urban growth controls, *Regional Science and Urban Economics* 28, 1998.
- 12) Sasaki, K. : Minimum Lot Size Zoning and FAR Regulation in the Presence of Neighborhood Externalities, *Tohoku University Discussion Paper*, 2000.
- 13) Kanemoto, Y. and Mera, K. : General Equilibrium Analysis of the Benefits of Large Transportation Improvements, *Regional Science and Urban Economics* 15, 343-363, 1985.
- 14) 森杉壽芳: 社会資本整備の便益評価, 勁草書房, 1997.
- 15) 上田孝行, 高木朗義, 森杉壽芳, 小池淳司: 便益帰着構成表アプローチの現状と発展方向について, *運輸政策研究*, 2000.
- 16) 林直嗣: 土地利用の経済学, 都市問題の経済学, 4章, 99-12 日本経済新聞社, 1993.
- 17) 八田達夫: 土地利用規制, 東京一極集中の経済分析, 4章, 95-130, 日本経済新聞社, 1994.

(2001.2.28 受付)

## AN EVALUATION TECHNIQUE TO COMBINATION POLICY OF FAR REGULATIONS AND ROAD INVESTMENT

Takayuki KANEKO, Tatsuhito KONO and Hisa MORISUGI

This study analyzes the floor area ratio (FAR) regulations and road investments as external diseconomies-control policies by using a spatial general equilibrium model with two zones. Using the model, we analyzed three scenarios. In the first scenario, we held road stock facilities fixed and analyzed the optimal FAR regulations. In the second scenario, we held FAR regulations fixed, the optimal road investments are analyzed. In the third scenario, both control policies were changed simultaneously to get the optimal public benefit. As a consequence, our study makes it clear by considering the transportation general equilibrium demand function under the imposition of optimal FAR regulations, public benefits can only be measured in a road transport market even in the second-benefit economy.