

災害脆弱地区における都市整備促進施策 とその効果に関する研究

上田孝行¹・高木朗義²

¹正会員 博(工) 東京工業大学助教授 工学部開発システム工学科(〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

²正会員 博(工) 岐阜大学助教授 工学部土木工学科(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1)

大都市圏には、災害に対して非常に脆弱な地区が存在している。それらの地区は都心部に在り、潜在的には都市開発による高い収益が期待できるにもかかわらず、個々の区画は建物への建替えが依然として進まず、都市防災上は大きな問題の一つとなっている。本稿は経済動学の分野で開発されてきた投資タイミングモデルを発展させて、災害脆弱地区の開発が進行しないメカニズムを描写するモデルを提示し、それに基づいて災害脆弱地区の都市整備を促進する施策の効果进行分析する。また、便益帰着構成表アプローチを用いて、社会的純便益が建物利用者の享受する防災機能の向上から区画所有者が負担する建設費用と営業費用を差し引いたものであり、開発タイミングが便益の大きさを規定することを示す。

Key Words : *development timing, dynamic externality, self-fulfilling equilibrium, urban development*

1. はじめに

大都市圏には、老朽化した木造集合住宅が密集し、街路も狭隘であり、また、公園等のオープンスペースも不足した災害に対して非常に脆弱な地区が存在している。それらの地区は交通利便性が高い都心部あるいは旧市街地部に在り、潜在的には基盤整備を伴う都市開発による高い収益が期待できる。しかし、実際にはそのような地区では個々の区画は脆弱な建物から頑強な建物への建替えが依然として進まず、都市防災上は大きな問題の一つとなっている。

本稿は経済動学の分野で開発されてきた投資タイミングモデルを発展させて、災害脆弱地区の開発が進行しないメカニズムを描写するモデルを提示し、それに基づいて災害脆弱地区の都市整備を促進する施策の効果进行分析する。

2. モデル作成の要点と既往の関連研究

モデルを作成する際の要点は、各区画所有者が開発タイミングを選択する最適行動のモデル化、ある区画所有者が選択したタイミングが他の区画所有者に影響を及ぼすという外部性の導入、地区全体での と を踏まえた均衡状態としての開発

の進行状況の描写、である。

については土地保有税の開発促進効果について分析するために金本^{1),2)}がモデルを示している。しかし、行動モデルの範囲での効果分析に留まっている。また、土地開発よりも一般的な投資タイミングの選択モデルとしては、Krugman³⁾、Dixit⁴⁾があり、大瀧⁵⁾、脇田⁶⁾はそれらの解説と展開を行っている。これらは不確実性下のタイミング選択においては投資の意思決定を遅らせることによる便益が存在することを示している。多々納⁷⁾も不確実性下の公共主体の開発タイミング選択モデルにおいて開発の意思決定を遅らせることによる留保価値が存在することを示し、その性質を議論している。また少し視点は異なるが、榊原ら⁸⁾は安全性診断と関連する補助制度を取り上げ、所有者の余命と家屋の履歴という時間的要素と木造家屋更新の意思決定との関係について分析している。しかし、これらのモデルも、 と への展開は難しい。

と に関しては、Murphy et al.⁹⁾は個々の経済主体の投資選択の結果として、全員が投資する均衡と全員が投資しない均衡の複数均衡が発生する可能性があることを示し、後者の均衡が一種の Social dilemma の状態で社会的に不効率になる危険性を指摘している。しかし、それは静学モデルに留まっており、タイミングの問題は議論していない。松村¹⁰⁾

は ~ をカバーしており、投資タイミングの選択モデルに外部性とそれに関する不確実性を導入し、その結果としていつまでもすべての経済主体が開発を選択せず、経済全体で未開発の状況が永遠に持続するような可能性を指摘している。

本稿では松村¹⁰⁾で示されている完全情報下のモデルと金本¹⁾のモデルをベースにしたモデルを示す。すなわち、経済主体間の開発タイミングの選択に外部性を導入し、そのもとで税制を含むいくつかの施策の効果を分析する。本稿で松村¹⁰⁾の意味での不確実性を考慮しないのは、それが Krugman³⁾、Dixit⁴⁾、大瀧⁵⁾、脇田⁶⁾の意味での動的なプロセスで変化する不確実性とは異なり、都市整備に伴うリスクをモデル化する上でどちらの不確実性が適用であるか現在のところ筆者らには判然としないためである。この点は今後の研究で取り組みたいと考えている。なお、本稿のモデルは災害の発生確率を考慮していないために防災対策に限らず、一般的な外部効果を持った都市整備促進施策にも適用できると考えられるが、本研究の動機は防災対策としての都市整備促進施策の必要性であり、これを目的として本稿の議論を進めていきたい。また、確率を考慮していないために、高頻度の災害に対しては実際の被害を受けるまで建替えをしないという行動が最適になり得るという問題が考えられるが、実際には脆弱な建物であっても、高頻度の災害規模では損傷しないことが多いと考えられる。

一方、災害脆弱地区の開発に関して実証的に分析したものもいくつかある。森地¹¹⁾は災害脆弱地区における都市整備を例示し、現在の面整備制度が不十分であり、市場メカニズムの活用およびそのための政策展開を検討する必要があると主張している。本稿は理論分析によりこの主張に呼応しているとも位置付けられる。金本¹²⁾はわが国における住宅の補助制度について整理し、近隣外部性が見地から住宅の耐震性に対する住宅金融公庫の融資制度の正当性について触れている。しかし、災害による近隣外部性については対策の必要性を述べるにとどめ、十分な分析ができなかったとして今後の課題に挙げている。本稿は、この課題、すなわち災害による近隣外部性への対策として何が有効か、に取り組んだものとも位置付けられる。

3. モデル

(1) モデルの前提条件

モデルは以下の主な前提条件に基づく。

- 1) 地区は $i \in \mathbf{I} = \{1, \dots, I\}$ のラベルを持つ有限個の区画に分割されている。都市整備によって区画は変更されない。
- 2) 土地資産は確率的に変動しないとする。すなわち、土地資産は所有者にとって安全資産である。
- 3) 各区画の所有権は十分に競争的な市場で瞬時に売買可能である。その価格が土地価格である。この土地価格に対して土地保有税が税率 t で課せられるとする。
- 4) 所有権と代替的な安全資産の収益率は時間に依らない一定値 r であるとする。
- 5) 各区画の所有者が自区画に建設する建物のタイプは $b^i \in \mathbf{B} = \{w, s\}$ であり、 w :脆弱、 s :頑強であるとする。
- 6) 時点は $t \in [0, \infty)$ で表し、各区画の開発により建物タイプは $w \rightarrow s$ へと変化する。開発のタイミングを $T^i \in [0, \infty)$ で表す。
- 7) 各区画の所有者は自区画の建物を賃貸して、収入 $r_b^i(t)$ を得る。そのための営業費用を $c_b^i(t)$ で表す。災害脆弱地区においては、この営業費用は災害により確率的に変動するものであるが、ここでは簡単化のため少々厳密さを欠くが、災害による被害を考慮した維持・補修費用の年平均支払額または理想的な保険料と考える。これにより、営業費用の減少額は期待被害軽減額として捉えることができる。
- 8) 開発に際しての建設費用はタイミングに依らないものとし、 P^i とする。この費用は減耗しない建物資産価値となり、それには建物資産税が税率 t_k で課される。また、この費用を借入れて賄い、無限期間にわたって各時点では金利分 rP^i のみを返済していくとする¹⁾。
- 9) 本来、賃貸収入は住宅市場の均衡を通じて内生的に決定されるものであるが、本稿での論点を絞るためにこれを外生的に取り扱う。また、多くの場合、災害脆弱地区は都心部に位置し、潜在的な需要が大きいことから、本稿では各区画の建物に関する需要は所有者から見て無限に弾力的であるとする。さらに、賃貸収入は建物タイプだけでなく、地区の基盤施設整備水準である $Q(t)$ 、地区の全建物中に占める頑強建物タイプの数 $S(t) = \#\mathbf{I}_s$ 、 $\mathbf{I}_s = \{i \in \mathbf{I} \mid b^i = s\}$ に依存しているとして、 $r_b^i(t) = r_b^i(t, Q(t), S(t))$ と表す。なお、賃貸収入は年々上昇するが、営業費用、建物費用は一定であるとする。営業費用、建物費用を一定と置いたのは建築関係の物価上昇を差し引いて費用を実質化したものと解釈できるので、

すべての物価が建築関係の物価上昇分だけ割り引かれて評価されていると考えなければならない。したがって、ここでの基本的な仮定は賃貸収入の上昇率が費用の上昇率より高いことである¹⁾。

- 10) 賃貸収入から営業費用，建物費用，建物資産税を引いた純不動産収入は，地区内に頑強建物数が少ない場合には，頑強建物より脆弱建物の方が多く，頑強建物数が多い場合には，脆弱建物より頑強建物の方が多いとする。これは，地区内に頑強建物が少ない場合には，地区全体の安全度が低いいため頑強建物でも十分な賃貸収入を獲得することができないにもかかわらず，費用や税金のみが高いため，脆弱建物よりも純不動産収入が少なくなると考えるものである。
- 11) 災害脆弱地区においては，自区画が頑強な建物の場合には，倒壊などによる直接的な被害から免れ，かつ近隣も頑強な建物であれば避難が可能である。しかし，自区画が脆弱な建物の場合には，例え他区画あるいは地区全体が頑強な建物であっても，避難する前に自区画の建物倒壊による被害を受けるために，災害から免れないと考えられる。すなわち，脆弱な建物の災害リスクは，他区画の建物更新によって軽減しないと考えられる。したがって，賃貸収入 $r_b^i(t)$ は自区画の建物が更新されない場合には，他区画の建物更新による影響を受けないとする。また，これと同様な理由から脆弱な建物における賃貸収入の上昇率も，少なくとも頑強な建物より高いとは考えられない。さらに，地区全体の防災レベルが高いほど，将来に対する期待が大きく，賃貸収入の上昇率が高くなるとする。
- 12) この地区の都市整備が実現して防災性能が向上することは他の地区を含めた地域全体の防災性能の向上に資するとし，そのため，この地区で都市整備が早期に実現するほど建物利用者にとっては望ましいものとする。

(2) モデルの作成

区画のラベルを省略して表せば，開発タイミングが T である場合の時点 t における土地価格 $V(T, t)$ は，代替的安全資産との無裁定条件から次式に従う。

For $t < T$

$$\frac{\frac{\partial V(T, t)}{\partial t} + r_w(t) - c_w(t) - tV(T, t)}{V(T, t)} = r \quad (1)$$

$$:(r + t)V(T, t) = \frac{\partial V(T, t)}{\partial t} + r_w(t) - c_w(t)$$

For $t > T$

$$\frac{\frac{\partial V(T, t)}{\partial t} + r_s(t) - c_s(t) - (r + t_k)P - tV(T, t)}{V(T, t)} = r \quad (2)$$

$$:(r + t)V(T, t) = \frac{\partial V(T, t)}{\partial t} + r_s(t) - c_s(t) - (r + t_k)P$$

この時点 t での土地価格は次のように書き表せる。

$$V(T, t) = \begin{cases} \int_t^T \{r_w(s) - c_w(s) - tV(T, s)\} \exp\{-r(s-t)\} ds \\ + \int_T^\infty \{r_s(s) - c_s(s) - (r + t_k)P - tV(T, s)\} \exp\{-r(s-t)\} ds & (t < T) \\ \int_t^\infty \{r_s(s) - c_s(s) - (r + t_k)P - tV(T, s)\} \exp\{-r(s-t)\} ds & (t \geq T) \end{cases} \quad (3)$$

式(1)，(2)と式(3)が整合的であることは，式(3)の両辺を時点 t について偏微分することで容易に確かめられる。式(1)，(2)または式(3)を満たす土地価格 $V(T, t)$ の具体的な解は，合理的バブルが発生する場合¹³⁾を除けば，不動産からの純収益を代替資産の割引率と土地保有税率を合わせた $r + t$ で現在価値に割り引いたものになる。

$$V(T, t) = \begin{cases} \int_t^T \{r_w(s) - c_w(s)\} \exp\{-(r+t)(s-t)\} ds \\ + \int_T^\infty \{r_s(s) - c_s(s) - (r + t_k)P\} \exp\{-(r+t)(s-t)\} ds & (t < T) \\ \int_t^\infty \{r_s(s) - c_s(s) - (r + t_k)P\} \exp\{-(r+t)(s-t)\} ds & (t \geq T) \end{cases} \quad (4)$$

式(4)から初期時点 $t = 0$ での土地価格，すなわち，区画所有者の利潤の現在価値は次のようになる。

$$V(T, 0) = \begin{cases} \int_0^T \{r_w(s) - c_w(s)\} \exp\{-(r+t)s\} ds \\ + \int_T^\infty \{r_s(s) - c_s(s) - (r + t_k)P\} \exp\{-(r+t)s\} ds & (T > 0) \\ \int_0^\infty \{r_s(s) - c_s(s) - (r + t_k)P\} \exp\{-(r+t)s\} ds & (T = 0) \end{cases} \quad (5)$$

区画所有者はこれを最大にするような開発タイミング T を選択する。 $V(\cdot)$ が凹関数であることを仮定するが，ある区画の建物賃貸収入は他の区画の開発タイミングにも依存しており，そのため $V(\cdot)$ は連続であるが， $r_b^i(t)$ ， $c_b^i(t)$ はすべての t に関して必ずし

も連続ではないので、すべての T について微分可能であるとは言えない。その場合の厳密な最大化問題については、劣微分概念(例えば、津野¹⁴⁾を参照)を用いて分析すべきであるが、本稿のモデルでは、次の条件で表される。

$$V(T-h,0) \leq V(T,0) \quad \text{and} \quad V(T+h,0) \leq V(T,0) \\ \text{for all } h \in (0, \infty) \quad (6)$$

これは左微分が非負、右微分が非正であることを意味する。ただし、 $T=0$ で最大となる場合は、 $V(T+h,0) \leq V(T,0)$ だけであり、右微分が非正であることが条件になる。 $T>0$ の場合、式(5)の目的関数に対しては微分係数は一般に式(7)のように表される。ただし、後で説明するように T がある値 $T=T_0$ を取る前後で、開発後の純不動産収入 $r_s(t) - c_s(t) - (r+t_k)P$ が不連続となる場合には、微分係数の関数表現は同じであってもその前後で微分係数の値は異なる。従って、厳密には微分不可能な場合が含まれていることに注意が必要であり、式(6)はその場合の最大化条件を表している。

$$\frac{\partial V(T,0)}{\partial T} = \{r_w(T) - c_w(T)\} \exp\{-(r+t)T\} \\ - \{r_s(T) - c_s(T) - (r+t_k)P\} \exp\{-(r+t)T\} \quad (7)$$

式(7)に基づいて右微分と左微分を調べて、不連続であっても、非負から非正に変化する時点 T を見つければ、そこが最適開発タイミングになる。

(3) 実現する均衡状態

すべての区画が均質で対称な均衡を考え、さらに、すべての区画所有者が他の区画の開発状況を知り得るとする完全情報下のゲームとして見た場合、松村¹⁰⁾と同様に本モデルにおいても、任意の $t \in [0, \infty)$ について、a)すべての区画で開発が行われる均衡とb)すべての区画で開発が行われていない均衡が存在し得る。都市整備の早期実現を可能にする政策は、b)の均衡が成立する可能性を排除して、a)の均衡が実現する可能性を高めることである。

実際にはすべての区画が均質でないために、ある開発タイミングにおいて開発前後の純不動産収入の大小関係が逆転する区画としない区画が存在する。この場合にはa)、b)以外の均衡、すなわち開発が行われる区画と開発が行われない区画が混在する均衡が存在する可能性があり、区画の不均質さの程度によって均衡が複数存在し得る。このように各区画が均質でない場合についても分析する必要があると思われるが、本稿ではこの分析までを対象としない。これについては不均質さの程度と開発タイ

ミングとの関係などを分析する必要があり、今後の課題としたい。なお、すべての区画が均質でない場合でも、ある区画の開発タイミングの早期化により他の区画における開発後の純不動産収入が増大するため、全区画が同時に開発しないものの他の区画の開発タイミングも早期化する場合が存在すると予想される。

4. 都市整備促進施策とその効果

(1) 施策の内容とモデルの特定化

すべての区画で開発が行われて頑強な建物への変更が早期に実現するようにするための施策は、主なものとして、土地保有税率 t を変更すること、建物資産税率 t_k を変更すること、開発費用(建物建設費用)に対して一定率の補助金を支出すること、一定数の区画については公的主体が土地所有権を獲得して開発を実施することが挙げられる。以下では、これらの施策の効果について考察する。

議論を単純化するために地区には2区画しか存在していない場合を考え、さらに次のような特定化を加える。

$$\mathbf{I} = \{1, 2\}$$

$$r_w^i(t, Q(t), S(t)) = r^i Q^0, \quad r_s^i(t, Q(t), 1) = r^i Q^0 S_1^0 \\ r_s^i(t, Q(t), 2) = r^i Q^0 S_2^0 \\ c_w^i(t) = c_w^0, c_s^i(t) = c_s^0 \\ r^i Q^0 S_1^0 - c_s^0 - (r+t_k)P \\ \leq r^i Q^0 - c_w^0 \leq r^i Q^0 S_2^0 - c_s^0 - (r+t_k)P \quad (8)$$

ここでは、 $T=T_1$ において全区画で同時に開発が行われるような均衡を基準均衡として想定する。その上で、～の施策が個々の区画所有者にこの均衡から離脱して早期に開発を行う誘因を与えるかどうかを検討する。ただし、施策による効果を実際に計測するためには、基準均衡における開発タイミング T_1 を知る必要がある。この開発タイミングは区画所有者の開発に対する信念形成によって決定されると思われるが、本稿ではそのモデル化までを対象としない。このモデル化ができれば計測可能であるが、これについては今後の課題としたい。

(2) モデルの図解

図-1～7はすべて開発タイミングと土地価格の現在価値の変化分との関係を表したものである。まず、図-1はすべての区画で開発が行われない均衡を表

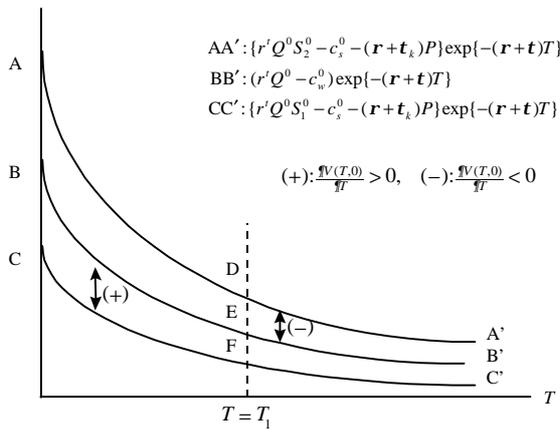


図-1 すべての区画で開発が行われない均衡

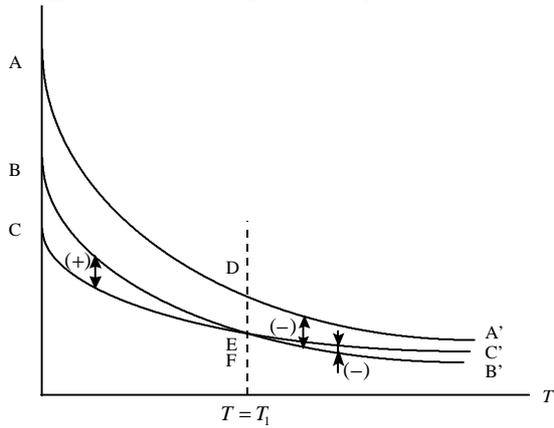


図-2 T_1 において全区画で開発が行われる均衡

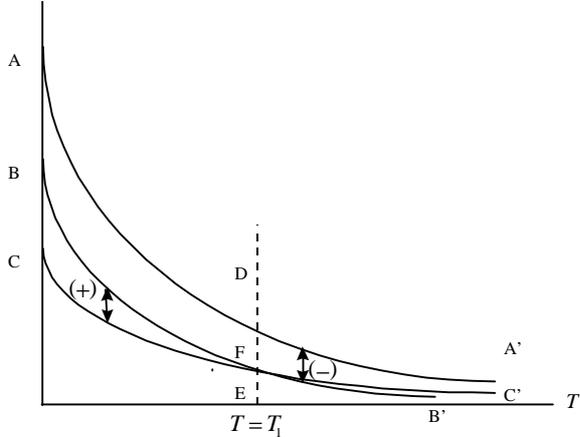


図-3 土地保有税率 t の引き上げ(施策)

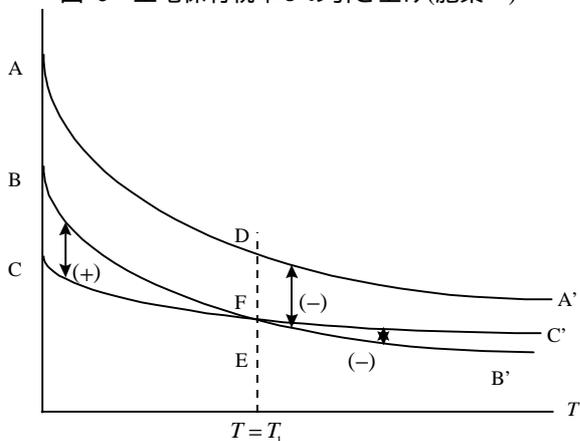


図-4 土地保有税率 t の引き下げ(施策)

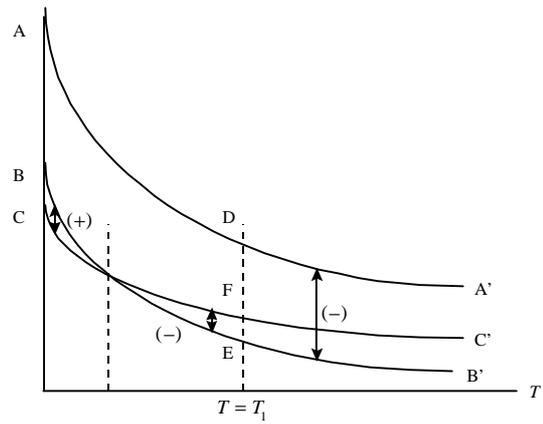


図-5 建物資産税率 t_k 引き下げの効果(施策)および建物建設費 P への補助金給付の効果(施策)

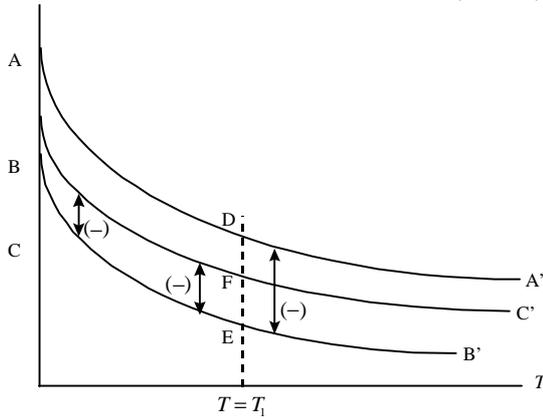


図-6 施策による開発タイミングの早期化誘導

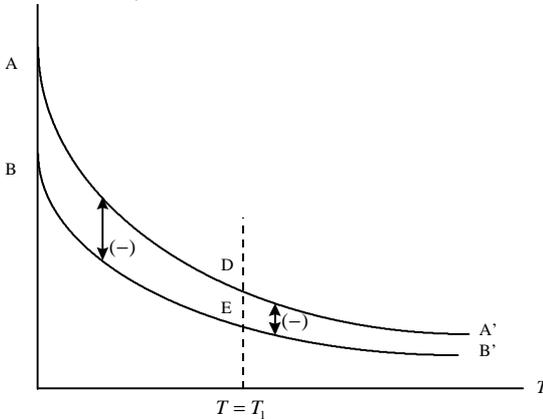


図-7 一方の区画の公的な開発による効果(施策)

表している 図-2 は T_1 において一方の区画で開発が行われ、それによって全区画で開発が行われる均衡を表している。この2つの基準均衡においては、一方の区画所有者がそこから離脱して早期に開発を行うことも、開発を遅らせることもいずれも得策でない。すなわち、次の条件が成り立っている。

$$\frac{\partial V(T,0)}{\partial T} > 0 \quad \text{for } T < T_1 \quad (9a)$$

$$\frac{\partial V(T,0)}{\partial T} < 0 \quad \text{for } T > T_1 \quad (9b)$$

式(9)と同様に $\frac{\partial V(T,0)}{\partial T}$ の符号条件を図解によって調べるために、図には次の3つの曲線が描かれており、

以下ではこれらの曲線に着目して分析を進める。

$$AA': \{r^t Q^0 S_2^0 - c_s^0 - (r+t_k)P\} \exp\{-(r+t)T\}$$

$$BB': (r^t Q^0 - c_w^0) \exp\{-(r+t)T\}$$

$$CC': \{r^t Q^0 S_1^0 - c_s^0 - (r+t_k)P\} \exp\{-(r+t)T\}$$

ここで、AA'とBB'の差は、他区画で開発がなされた場合に、自区画での開発を遅らすことによって生じる地価の変化である。今、均衡から離脱して早期に開発を行う誘因を作り出すためには、 $T < T_1$ の範囲で、一方の区画所有者が単独で開発を行った場合に、 $\frac{\partial V(T,0)}{\partial T}$ が正から負に転じるような時点が存在するように曲線BB'とCC'を変化させることである。この符号の転じる時点が開発タイミングであり、その条件式は式(10a)のようになる。ただし、両辺に $\exp\{-(r+t)T\}$ があるため、この条件式は式(10b)のように書き換えられ、土地所有税が開発タイミングに寄与しないことを示している。すなわち、の施策は開発タイミングを早期化する誘因を持たない。これは、金本^{1),2)}と同じ結論である。

図-2に示されるBB'とCC'の交点は、単独の区画のみで開発した場合における開発前後の純不動産収入が同じになる時点である。初期時点では左辺が右辺を上回っているため、2つの曲線が交差するには、純不動産収入が時間を追って変化し、かつ右辺の変化率(上昇率)が左辺の変化率(上昇率)を上回る必要がある。すなわち、純不動産収入の変化率の相対的な関係が開発タイミングを決定する条件となる。したがって、これを変化させる施策が開発タイミングを変更し得る施策の条件である。

$$(r^t Q^0 - c_w^0) \exp\{-(r+t)T\} = \{r^t Q^0 S_1^0 - c_s^0 - (r+t_k)P\} \exp\{-(r+t)T\} \quad (10a)$$

$$r^t Q^0 - c_w^0 = \{r^t Q^0 S_1^0 - c_s^0 - (r+t_k)P\} \quad (10b)$$

(3) 開発タイミング早期化の可能性

の施策が開発タイミングを早期化する誘因を持たないことは前節で述べたが、まず、それについて確認してみる。図-2を基準均衡とした場合、土地保有税率 t を引き上げると、すべての曲線が同じように急な勾配で減衰するだけで交差する時点は移動しない(図-3)。一方、土地保有税率 t を引き下げると、すべての曲線が同じように緩やかに減衰するだけで交差する時点は移動しない(図-4)。また、図-1を基準均衡とした場合も同様で、の施策を実施しても交点を持たない。したがって、の施策は開発タイミングを早期化し得ない。

の施策において、建物資産税率 t_k を引き下げ

ると、曲線CC'は全体に上方へシフトし、 $T < T_1$ の範囲内で交点を持ち得る(図-5)。の施策は、曲線CC'に含まれる P を減少させることになるので、において建物資産税率 t_k を引き下げると同様の効果を持つ(図-5)。の建物資産税率の引き下げと

の建設補助金の給付はそれらを大幅に行えば、曲線CC'全体をBB'の上方にシフトさせることができ、両方の区画所有者にとって $0 \leq T \leq T_1$ のすべての時点 T において $\frac{\partial V(T,0)}{\partial T} < 0$ となるため、 $T=0$ で開発をすることが最適になる。その場合には、 $T=0$ で両方の区画が開発されるタイプa)の均衡が実現する(図-6)。図-1を基準均衡とした場合、の施策については、税率の変化、補助金の大きさが小さければ開発のタイミングは依然として基準均衡の場合と同じに留まり、早期化されない場合がある。すなわち、それらの施策によって開発が早期化されるためには、ある程度の大きさで税率等の変更を行わなければならない。したがって、これらの施策には有効となるためのある臨界値が存在することに注意しなければならない。

の施策は、 $T=0$ において一方の区画を公的主体が買収して開発すると、他方の区画所有者にとっては曲線CC'は意味を持たなくなり、 $0 \leq T \leq T_1$ のすべての時点 T において $\frac{\partial V(T,0)}{\partial T} < 0$ となるため、 $T=0$ で開発をすることが最適になる(図-7)。

以上述べてきたことのうち、施策によって単独の区画所有者が開発タイミングを早期化する誘因を持つかどうかについては、金本^{1),2)}で示されている結論を確認したものである。しかし、本研究では施策による個々の区画の開発タイミングだけでなく、その外部効果ももたらす全区画の開発タイミングの早期化、すなわち、社会全体に対する効果について分析することを目的としている。その具体的な内容については次章で述べる。

5. 開発タイミングの早期化便益

4章で示したそれぞれの施策は公的主体の税収変化や財政支出変化を発生させる。また、開発タイミングの早期化に伴って当該地区および他の地区を含めた地域全体の防災性能が向上し、土地価格が変化して区画所有者の利潤も変化する。ここでは、都市整備の促進施策に伴って各主体が享受する便益と支払う費用および社会的純便益を便益帰着構成表アプローチ^{15),16)}を用いて分析する。分析は4章で示した施策、を実施した場合について詳細に

行うこととし、施策 を実施した場合については施策 , に対する分析結果を用いて後から分析する。また、施策 については4章でも示したように開発タイミングを早期化する誘因を持たないため、検討対象から除外する。

(1) 前提条件

分析にあたっての前提条件を以下に示す。

- 1) 議論を単純化するために地区には2区画 ($\mathbf{I} = \{1, 2\}$)しか存在しないとす。
- 2) 施策 , の具体的な内容としては、初期時点 $t=0$ において区画1だけ建物資産税率 t_k を $(1-x)t_k$ (x :減税率 ($0 < x < 1$))に変更するとともに、建物建設費用の補助金 dP (d :補助率 ($0 < d < 1$))を給付するものとする。
- 3) 施策が実施されない場合は、 $T^i = T_1^i$ において全区画で開発が行われるような均衡(既述の b)の均衡)を基準均衡として想定する。また、施策が実施される場合は、区画1が開発タイミングを早期化するとともに、他の区画も区画1と同時に開発することが最適であるため、全区画で同時に開発タイミングが $T^i = T_0^i$ に早期化することとなる。本分析では区画1のみに施策 , を実施し、それが社会全体に与える影響を捉えることとする。
- 4) 地区内には区画毎にその所有者と建物利用者が1人ずつ存在するとともに、地区全体を一括して取り扱っている都市政府が存在するとす。この内、建物利用者は簡単化のため家計のみを考える。
- 5) 対象地区の基盤施設整備水準 Q は施策によって変化しないこととする。
- 6) 各主体の便益は、期間によって異なる。よって、期間を初期時点~施策有の開発タイミング(期間: $0 < t < T_1^1$)、開発タイミングが早まった期間(施策有の開発タイミング~施策無の開発タイミング(期間: $T_0^1 < t < T_1^1$))、施策無の開発タイミング以降(期間: $T_1^1 < t$)の3つに分けて整理する。

(2) 施策 , による各主体の便益

a) 区画1の所有者の便益

施策による区画1の所有者の便益は、以下のようになる。なお、各式は t 時点における便益を0時点の現在価値に換算した形で表現している。

(期間: $0 < t < T_0^1$)

$$\begin{aligned} & \{r_w^1(t) - c_w^1(t)\} \exp(-(\mathbf{r} + \mathbf{t})t) \\ & - \{r_w^1(t) - c_w^1(t)\} \exp(-(\mathbf{r} + \mathbf{t})t) = 0 \end{aligned} \quad (11a)$$

(期間: $T_0^1 < t < T_1^1$)

$$\begin{aligned} & [r_s^1(t) - c_s^1(t) - \{(1-d)\mathbf{r} + (1-x)t_k\}P^1] \exp(-(\mathbf{r} + \mathbf{t})t) \\ & - \{r_w^1(t) - c_w^1(t)\} \exp(-(\mathbf{r} + \mathbf{t})t) \\ & = [\{r_s^1(t) - r_w^1(t)\} - \{c_s^1(t) - c_w^1(t)\} \\ & - \{(1-d)\mathbf{r} + (1-x)t_k\}P^1] \exp(-(\mathbf{r} + \mathbf{t})t) \end{aligned} \quad (11b)$$

(期間: $T_1^1 < t$)

$$\begin{aligned} & [r_s^1(t) - c_s^1(t) - \{(1-d)\mathbf{r} + (1-x)t_k\}P^1] \exp(-(\mathbf{r} + \mathbf{t})t) \\ & - \{r_s^1(t) - c_s^1(t) - (\mathbf{r} + t_k)P^1\} \exp(-(\mathbf{r} + \mathbf{t})t) \\ & = \{(\mathbf{d}\mathbf{r} + \mathbf{x}t_k)P^1\} \exp(-(\mathbf{r} + \mathbf{t})t) \end{aligned} \quad (11c)$$

したがって、区画1の所有者便益は次のように整理される。

(期間: $T_0^1 < t < T_1^1$)

便益 = 建物賃貸収入の増大分 - 営業費用の増大分
- 建物建設費用返済額の増大分 + 建設費補助金 - 建物資産税支払額の増大分

ただし、建物賃貸収入の増大分には、区画2が頑強建物になったことによる増大分を含んでいる。

(期間: $T_1^1 < t$)

便益 = 補助金による建物建設費用返済額の減少分 + 建物資産税支払額の減少分。

b) 区画1の建物利用者の便益

本研究では開発タイミングの早期化による便益を解明することに焦点を絞るため、区画1の建物利用者である家計は、資本蓄積を行わないと仮定する。これにより家計は各時点のみの効用水準を最大化するように消費行動すると仮定でき、ある時点のみに着目して評価できる。このとき、 t 時点における建物利用者の効用水準 U^1 は次のように表される。

$$U^1 = U[p(t), Q(t), S(t), y(t) - r_b^1(t)] \quad (12)$$

ここで、 $p(t)$: t 時点における各種財の価格ベクトル(市場はオープンであると考え、施策による影響を受けないとする)、 $y(t)$: t 時点における可処分所得(地区外で獲得する所得で、施策による影響を受けないとする)。

施策が実施されると、開発タイミングが早まった期間内($T_0^1 < t < T_1^1$)だけ、 $r_b^1(t)$ と $S(t)$ が変化するため、 t 時点における建物利用者の便益構成は次のように表される。

(期間: $0 < t < T_0^1$)

$$0$$

(13a)

(期間: $T_0^1 < t < T_1^1$)

$$\frac{\mathcal{J}e}{\mathcal{J}U^1} dU^1 \exp(-\mathbf{r}t)$$

$$= \frac{\int e}{\int U^1} \left\{ -\frac{\partial U^1}{\partial y} dr_b^1(t) + \frac{\partial U^1}{\partial S} dS(t) \right\} \exp(-rt) \quad (13b)$$

$$= \frac{\int e}{\int U^1} \left[-\frac{\partial U^1}{\partial y} \{r_s^1(t) - r_w^1(t)\} + \frac{\partial U^1}{\partial S} dS(t) \right] \exp(-rt) \quad (13c)$$

(期間: $T_1^1 < t$)

ここで, $\frac{\partial e}{\partial U}$: 効用変化に対する限界支出

したがって, 区画 1 の建物利用者には期間($T_0^1 < t < T_1^1$)のみ, 次のような項目の便益が帰着する.

便益 = - 建物賃貸料支払額の増大分 + 防災性能の向上分 (対象地区での頑強建物占有割合が高まり, 地区の防災性能が向上する分)

c) 区画 2 の所有者の便益

施策により区画 1 で開発タイミングが早まることにより, 区画 2 でも開発タイミングが $T_1^2 = T_1^1$ に早まる. 区画 2 には建物資産税率の軽減も補助金の給付もないことに注意して整理すると, 区画 2 の所有者の便益は次のようになる.

$$\begin{aligned} & (r_w^2(t) - c_w^2(t)) \exp(-(r+t)t) \\ & - \{r_w^2(t) - c_w^2(t)\} \exp(-(r+t)t) = 0 \end{aligned} \quad (14a)$$

$$\begin{aligned} & (r_s^2(t) - c_s^2(t) - (r+t_k)P^2) \exp(-(r+t)t) \\ & - \{r_s^2(t) - c_s^2(t)\} \exp(-(r+t)t) \\ & = [\{r_s^2(t) - r_w^2(t)\} - \{c_s^2(t) - c_w^2(t)\} \\ & - (r+t_k)P^2] \exp(-(r+t)t) \end{aligned} \quad (14b)$$

$$\begin{aligned} & (r_s^2(t) - c_s^2(t) - (r+t_k)P^2) \exp(-(r+t)t) \\ & - \{r_s^2(t) - c_s^2(t) - (r+t_k)P^2\} \exp(-(r+t)t) = 0 \end{aligned} \quad (14c)$$

したがって, 区画 2 の所有者には期間($T_0^1 < t < T_1^1$)のみ, 次のような項目の便益が帰着する.

便益 = 建物賃貸収入の増大分 - 営業費用の増大分 - 建物建設費用返済額の増大分 - 建物資産税支払額の増大分

ただし, 建物賃貸収入の増大分には, 区画 1 が頑強建物であることによる増大分を含んでいる.

d) 区画 2 の建物利用者の便益

区画 1 と同様に, 区画 2 の建物利用者である家計の効用水準 U^2 は次のように表される.

$$U^2 = U[p(t), Q(t), S(t), y(t) - r_b^2(t)] \quad (15)$$

開発タイミングが早まった期間内($T_0^1 < t < T_1^1$)だけ, $r_b^2(t)$ と $S(t)$ が変化するため, t 時点における区画 2 の建物利用者の便益構成は区画 1 と同様に次

のように表される.

$$\begin{aligned} & (期間: 0 < t < T_0^1) \\ & 0 \end{aligned} \quad (16a)$$

$$\begin{aligned} & (期間: T_0^1 < t < T_1^1) \\ & \frac{\int e}{\int U} dU \exp(-rt) \\ & = \frac{\int e}{\int U} \left\{ -\frac{\partial U}{\partial y} dr_b^2(t) + \frac{\partial U}{\partial S} dS(t) \right\} \exp(-rt) \end{aligned} \quad (16b)$$

$$\begin{aligned} & = \frac{\int e}{\int U} \left[-\frac{\partial U}{\partial y} \{r_s^2(t) - r_w^2(t)\} + \frac{\partial U}{\partial S} dS(t) \right] \exp(-rt) \\ & (期間: T_1^1 < t) \\ & 0 \end{aligned} \quad (16c)$$

したがって, 区画 2 の建物利用者には期間($T_0^1 < t < T_1^1$)のみ, 次のような項目の便益が帰着する.

便益 = - 建物賃貸料支払額の増大分 + 防災性能の向上分 (対象地区での頑強建物占有割合が高まり, 地区の防災性能が向上する分)

e) 都市政府

都市政府は, 区画所有者から徴収した税金 (建物資産税, 土地保有税) を財源として, 建物資産税率の引き下げおよび建物建設費用の補助金給付を行い, この財政収支が対象地区内で期間を通してバランスしているとする. 施策, を実施した場合, 各期間における都市政府の財政収支の変化は次のように表される.

$$\begin{aligned} & (期間: 0 < t < T_0^1) \\ & \sum_t [tV(T_0^1, t) - tV(T_1^1, t)] \exp(-rt) \end{aligned} \quad (17a)$$

$$\begin{aligned} & (期間: T_0^1 < t < T_1^1) \\ & \left[\sum_t \{tV(T_0^1, t) - tV(T_1^1, t) + t_k P^1\} - (dr + xt_k) P^1 \right] \exp(-rt) \end{aligned} \quad (17b)$$

$$\begin{aligned} & (期間: T_1^1 < t) \\ & \left[\sum_t \{tV(T_0^1, t) - tV(T_1^1, t)\} - (dr + xt_k) P^1 \right] \exp(-rt) \end{aligned} \quad (17c)$$

式(4)を用いてこれらを整理すると次のようになる.

$$\begin{aligned} & (期間: 0 < t < T_0^1) \\ & t \left\{ \sum_t \left[\int_0^{T_0^1} \{r_w^i(s) - c_w^i(s)\} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \right. \right. \\ & + \int_0^{T_0^1} \{r_s^i(s) - c_s^i(s) - (r+t_k) P^i\} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \\ & - \int_0^{T_1^1} \{r_w^i(s) - c_w^i(s)\} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \\ & - \int_0^{T_1^1} \{r_s^i(s) - c_s^i(s) - (r+t_k) P^i\} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \left. \right\} \\ & + \int_0^{T_0^1} \{(dr + xt_k) P^1\} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \left. \right\} \exp(-rt) \\ & = t \left\{ \sum_t \left[\int_0^{T_0^1} \{r_s^i(s) - r_w^i(s) - \{c_s^i(s) - c_w^i(s)\} \right. \right. \\ & - (r+t_k) P^i \left. \right] \exp(-(r+t)(s-t)) ds \\ & + \int_0^{T_0^1} \{(dr + xt_k) P^1\} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \left. \right\} \exp(-rt) \end{aligned} \quad (18a)$$

$$\begin{aligned}
& (\text{期間: } T_0^1 < t < T_1^1) \\
& t \left\{ \sum_{t_1}^{\infty} [r_s^i(s) - c_s^i(s) - (r + t_k)P^i] \exp(-(r+t)(s-t)) ds \right. \\
& - \int_{t_1}^{t_2} [r_w^i(s) - c_w^i(s)] \exp(-(r+t)(s-t)) ds \\
& - \int_{t_1}^{\infty} [r_s^i(s) - c_s^i(s) - (r + t_k)P^i] \exp(-(r+t)(s-t)) ds \left. \right\} \\
& + \int_{t_1}^{\infty} \{ (\mathbf{dr} + \mathbf{xt}_k) P^i \} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \exp(-rt) \\
& + \{ \sum t_k P^i - (\mathbf{dr} + \mathbf{xt}_k) P^i \} \exp(-rt) \\
& = t \left\{ \sum_{t_1}^{\infty} [r_s^i(s) - r_w^i(s) - \{c_s^i(s) - c_w^i(s)\} \right. \\
& \quad \left. - (r + t_k)P^i] \exp(-(r+t)(s-t)) ds \right. \\
& \quad \left. + \int_{t_1}^{\infty} \{ (\mathbf{dr} + \mathbf{xt}_k) P^i \} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \right\} \exp(-rt) \\
& \quad + \{ \sum t_k P^i - (\mathbf{dr} + \mathbf{xt}_k) P^i \} \exp(-rt) \quad (18b)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (\text{期間: } T_1^1 < t) \\
& t \left\{ \sum_{t_1}^{\infty} [r_s^i(s) - c_s^i(s) - (r + t_k)P^i] \exp(-(r+t)(s-t)) ds \right. \\
& - \int_{t_1}^{\infty} [r_s^i(s) - c_s^i(s) - (r + t_k)P^i] \exp(-(r+t)(s-t)) ds \left. \right\} \\
& + \int_{t_1}^{\infty} \{ (\mathbf{dr} + \mathbf{xt}_k) P^i \} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \exp(-rt) \\
& - (\mathbf{dr} + \mathbf{xt}_k) P^i \exp(-rt) \\
& = t \int_{t_1}^{\infty} \{ (\mathbf{dr} + \mathbf{xt}_k) P^i \} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \exp(-rt) \\
& \quad - (\mathbf{dr} + \mathbf{xt}_k) P^i \exp(-rt) \quad (18c)
\end{aligned}$$

したがって、各期間における都市政府の財政収支の変化は次のように整理される。

(期間: $0 < t < T_0^1$)

収支変化 = 将来の利潤増大に伴う地価変化による
土地所有税の増大分

(期間: $T_0^1 < t < T_1^1$)

収支変化 = 将来の利潤増大に伴う地価変化による
土地所有税の増大分 + 建物資産税の増
大分 - 施策費用

(期間: $T_1^1 < t$)

収支変化 = 将来の利潤増大に伴う地価変化による
土地所有税の増大分 - 施策費用

(3) 便益帰着構成表

前節で求めた各主体の便益を表-1の便益帰着構成表に整理する。なお、表中の各項は各時点における便益を全時点に亘って合計した形で表現する。

まず表の最上段に区画別の2主体と都市政府を列挙するとともに、左端に便益と費用の項目名を列挙する。次に主体毎の具体的な便益と費用の項(式)を記入する。区画1の所有者及び建物利用者の欄はそれぞれ式(11)、式(13)の各項を記入する。区画2の欄にはそれぞれ式(14)、式(16)の各項を記入する。都市政府の欄には式(18)の各項を記入する。ただし、区画所有者の欄については土地保有税に関する項と関係しない項に分離して記入する。各項の記入

が終了したら縦横の合計を計算する。この時、縦方向の合計は各主体の便益の合計を示している。横方向の合計は地区全体での便益と費用の項目毎の合計を示しており、便益と費用の各項目の内、建物賃料の変化と建物資産税の変化がキャンセルされることが明確になっている。なお、合計する際には、 $\frac{\partial e}{\partial U} \frac{\partial U}{\partial y} \cong 1$ としている。したがって、施策、がもたらす便益は、開発タイミングが早まった期間における各区画の建物利用者の防災性能向上便益から建物建設費用と営業費用を引いたものとなる。これが社会的純便益であり、表-1の<23>として示されている。この社会的純便益は現在価値化されているため、開発タイミングの早期化期間が便益の大きさを規定している。また税は開発タイミングを通じて影響し合い、社会的純便益には税収額が直接影響しない。したがって、開発タイミングの早期化が社会的純便益の極大化に寄与することとなる。

言い換えると、補助金や税金の軽減の財源が地区全体の区画所有者から徴収する税金であるため、地区全体としてはキャンセルされ、減税率や補助率の大きさは社会的純便益に寄与しない。しかし、前章で述べたように開発タイミングの早期化を実現させる施策には臨界値が存在するため、ある大きさ以上の減税や補助を行う必要がある。一定の財源を多くの区画所有者に配分する場合には、1件当たりの補助額が少なくなり、臨界値を越える可能性が低い。すなわち、開発タイミングが早期化する可能性が低い。それに対して同じ額の財源をいくつかの区画所有者だけに投入すれば、臨界値を越える可能性が高いため、当該区画の開発タイミングが早期化する可能性が高い。そして、それに追従して他の区画も開発タイミングが早期化する。すなわち、全区画に投資するよりもいくつかの区画のみに投資する方が、全区画において開発タイミングが早期化する可能性が高い。また、施策に必要な財源を確保するという点でも有利である。このことが本稿が最も主張したい点である。ただし、他の区画が開発されるか否かに左右される空間的範囲は限られる。例えば、幅員の広い道路は延焼を防ぐ機能を果たすため、そこで開発の連鎖が途切れる可能性がある。したがって、連鎖する範囲が小さければ、この施策の効果も小さくなるため、実際に施策を適用する際には、近隣外部性の影響範囲についての吟味が必要となろう。また、ある区画所有者のみが減税や補助を受け、それ以外の区画所有者はそれらを受けずに費用を負担するため、ある区画所有者のみが得をすることとなり、公平性の問題が生じることに注意が必要であ

表-1 施策 による開発タイミング早期化の便益帰着構成表

	区画 1		区画 2		都市政府	合計
	建物利用者	所有者	建物利用者	所有者		
建物賃貸料の変化	<1>	<3>	<9>	<11>		0
営業費用の変化		<4>		<12>		<20>
建物建設費用返済額の変化		<5>		<13>	<17>	<21>
建物資産税の変化		<6>		<14>	<18>	0
土地保有税の変化		<7>		<15>	<19>	0
防災性能の向上	<2>		<10>			<22>
合計	<1>+<2>	<8>	<9>+<10>	<16>	<17>+<18> +<19>	<20>+<21> +<22>=<23>

$$\begin{aligned}
 <1> = - \int_{T_0}^{T_1} \frac{\mathbb{1}e}{\mathbb{1}U^1} \frac{\partial U^1}{\partial y} \{r_s^1(t) - r_w^1(t)\} \exp(-rt) dt, <2> = \int_{T_0}^{T_1} \frac{\mathbb{1}e}{\mathbb{1}U^1} \frac{\partial U^1}{\partial S} dS(t) \exp(-rt) dt, <3> = \int_{T_0}^{T_1} \{r_s^1(t) - r_w^1(t)\} \exp(-rt) dt, \\
 <4> = - \int_{T_0}^{T_1} \{c_s^1(t) - c_w^1(t)\} \exp(-rt) dt, <5> = - \int_{T_0}^{T_1} rP^1 \exp(-rt) dt + \int_{T_0}^{\infty} drP^1 \exp(-rt) dt, \\
 <6> = - \int_{T_0}^{T_1} t_k P^1 \exp(-rt) dt + \int_{T_0}^{\infty} xt_k P^1 \exp(-rt) dt, \\
 <7> = \int_{T_0}^{T_1} [\{r_s^1(t) - r_w^1(t)\} - \{c_s^1(t) - c_w^1(t)\} - (r+t_k)P^1] \{\exp(-t) - 1\} \exp(-rt) dt + \int_{T_0}^{\infty} (dr+xt_k)P^1 \{\exp(-t) - 1\} \exp(-rt) dt, \\
 <8> = \int_{T_0}^{T_1} [\{r_s^1(t) - r_w^1(t)\} - \{c_s^1(t) - c_w^1(t)\} - (r+t_k)P^1] \{\exp(-(r+t)t) - 1\} \exp(-rt) dt + \int_{T_0}^{\infty} (dr+xt_k)P^1 \exp(-(r+t)t) dt, \\
 <9> = - \int_{T_0}^{T_1} \frac{\mathbb{1}e}{\mathbb{1}U^2} \frac{\partial U^2}{\partial y} \{r_s^2(t) - r_w^2(t)\} \exp(-rt) dt, <10> = \int_{T_0}^{T_1} \frac{\mathbb{1}e}{\mathbb{1}U^2} \frac{\partial U^2}{\partial S} dS(t) \exp(-rt) dt, \\
 <11> = \int_{T_0}^{T_1} \{r_s^2(t) - r_w^2(t)\} \exp(-rt) dt, <12> = - \int_{T_0}^{T_1} \{c_s^2(t) - c_w^2(t)\} \exp(-rt) dt, <13> = - \int_{T_0}^{T_1} rP^2 \exp(-rt) dt, \\
 <14> = - \int_{T_0}^{T_1} t_k P^2 \exp(-rt) dt, <15> = \int_{T_0}^{T_1} [\{r_s^2(t) - r_w^2(t)\} - \{c_s^2(t) - c_w^2(t)\} - (r+t_k)P^2] \{\exp(-t) - 1\} \exp(-rt) dt, \\
 <16> = \int_{T_0}^{T_1} [\{r_s^2(t) - r_w^2(t)\} - \{c_s^2(t) - c_w^2(t)\} - (r+t_k)P^2] \{\exp(-(r+t)t) - 1\} \exp(-rt) dt, <17> = - \int_{T_0}^{\infty} drP^1 \exp(-rt) dt, \\
 <18> = \int_{T_0}^{T_1} \sum_i t_k P^i \exp(-rt) dt - \int_{T_0}^{\infty} xt_k P^1 \exp(-rt) dt, \\
 <19> = \int_0^{\infty} t \left(\sum_i \int_{T_0}^{T_1} [r_s^i(s) - r_w^i(s) - \{c_s^i(s) - c_w^i(s)\} - (r+t_k)P^i] \exp(-(r+t)(s-t)) ds + \int_{T_0}^{\infty} \{(dr+xt_k)P^1\} \exp(-(r+t)(s-t)) ds \right) \exp(-rt) dt, \\
 <20> = - \int_{T_0}^{T_1} \sum_i \{c_s^i(t) - c_w^i(t)\} \exp(-rt) dt, <21> = - \int_{T_0}^{T_1} r \sum_i P^i \exp(-rt) dt, <22> = \int_{T_0}^{T_1} \sum_i \frac{\mathbb{1}e}{\mathbb{1}U^i} \frac{\partial U^i}{\partial S} dS(t) \exp(-rt) dt, \\
 <23> = \int_{T_0}^{T_1} \sum_i \frac{\mathbb{1}e}{\mathbb{1}U^i} \frac{\partial U^i}{\partial S} dS(t) \exp(-rt) dt - \int_{T_0}^{T_1} \sum_i \{c_s^i(t) - c_w^i(t)\} \exp(-rt) dt - \int_{T_0}^{T_1} r \sum_i P^i \exp(-rt) dt
 \end{aligned}$$

る。この問題を解消する方法の1つが施策 であると考えられる。これについては、次節で述べる。

一方、本モデルでは明示的に取り扱っていないが、施策(減税や補助金給付)を実施した地区(以下、地区内と呼ぶ)で都市整備が行われることにより、施策を実施しない地区(以下、地区外と呼ぶ)においても便益が発生する。本編では施策を実施する箇所を限定するために便宜的に地区を設定したが、頑強建物タイプの数 $S(t)$ は地区内に限定する必要はなく、地区外も含めた地域全体の防災性能向上として捉えることが可能である。すなわち、地区外の住民も地区内に避難したり、地区内の道路を避難経路として利用でき、地区外の防災性能も向上させる。本モデルではここまで議論をすっきりさせるために $S(t)$ を地区内で捉えてきたが、 $S(t)$ は地域全体で捉えるこ

とが可能である。 $S(t)$ を地域全体の頑強建物タイプの数として捉えた場合、表-1の便益帰着構成表には地区外の建物利用者、区画所有者の列が追加され、<9> ~ <16>の上付添字 2 を地区外を示す上付添字に変更した項が便益と費用として追加される。都市政府の列の<17> ~ <19>における i の範囲が地区外まで含むこととなる。また建物賃貸料の変化は地区外でキャンセルアウトするが、施策に必要な費用は地区内で確保していると仮定すると、都市政府において建物資産税や土地保有税の税収が増大する。したがって、社会的純便益には開発タイミング早期化期間における地区外の建物利用者の防災性能の向上便益(<10>に相当する項)、区画所有者の営業費用と建物建設費用の増大(<12>, <13>に相当する項)、建物資産税と土地保有税の増大(<14>, <15>に相当す

る項)が追加される。これが地区内で実施した施策により地区外へ純便益としてスピルオーバーする部分である。

(4) 施策による開発タイミング早期化の便益帰着構成表

施策は都市政府が区画1の所有者の役割を果たすことを意味する。この場合の便益帰着構成表は、表-1における区画1の所有者の便益と費用の項目を都市政府に移動させ、整理したものとなり、表-1から容易に推測可能である。表-1と異なる点は区画1の所有者と都市政府との間で収支均衡が取れていた税、補助金の項が消去されることである。社会的純便益は表-1と同じである。なお、土地所有権の獲得に要する費用は、建物賃貸収入と区画2の所有者からの税収から営業費用と建物建設費用返済額を差し引いた分によって賄われるものと考えられる。

6. おわりに

本稿では経済動学分野で開発されてきた投資タイミングモデルを発展させて、災害脆弱地区の開発が進行しないメカニズムを描写するモデルを提示し、それに基づいて災害脆弱地区の都市整備を促進する施策の効果を分析した。

その結果、各区画は開発後の純不動産収入が開発前を上回る時点で開発されることを示した。この純不動産収入は、賃貸収入および建設費用、建物資産税率から構成されているため、高い建設費用や建物資産税率が開発タイミングを遅らせることを示した。さらに、賃貸収入は他区画の開発状況の影響を受けるため、各区画の開発タイミングの遅れは、各区画の開発タイミングをより遅らせる、すなわち、災害脆弱地区内における外部性の存在が開発タイミングを最適なタイミングよりも遅らせることを明らかにした。

また既往研究^{1),2)}で示されている点、すなわち土地保有税が開発の早期化に寄与しないこと、建物資産税率の変更および建物建設費用の補助金給付は、個々の区画所有者に開発を早める誘因となりうること、税率等の変更の大きさが開発の早期化の程度に影響を及ぼすことを確認した。その上で、ある程度の大きさ以上で税率の変更、補助金の給付を行わなければ、開発の早期化をもたらさないこと、ある区画所有者のみに施策を実施すれば、当該区画が開発を早めるのみならず、他の区画においても当該区

画と同時に開発する誘因をもつことを示した。また、公的主体がある区画を買収して開発すると、すべての区画で開発されないという均衡から離脱し、他の区画においても即時に開発する誘因となり得ることを示した。

続いて、建物保有税率の変更、補助金の給付、公的主体の区画買収による開発という3タイプの都市整備の促進施策がもたらす開発タイミングの早期化便益を帰着便益構成表アプローチによって分析した。その結果、都市整備の促進施策が地区、あるいは地域全体に与える社会的純便益は、開発タイミング早期化期間において建物利用者が享受する防災性能の向上便益から区画所有者が負担する建設費用と営業費用を差し引いたものであることを示した。これにより開発タイミングの早期化期間が便益の大きさを規定しており、開発タイミングの早期化が社会的純便益の極大化に寄与することを示した。

本稿では防災性能の向上という外部効果を明示的に取り扱うことにより、少ない財源で効率的に地域全体の開発を促進する方法を示した。すなわち、いくつかの区画の開発が早期化すれば、それに追隨して他の区画も開発が早期化するため、全区画において開発タイミング早期化を実現させるには、いくつかの区画が単独で開発タイミングを早期化する分だけの減税や補助を行えばよい。ただし、外部効果が地価に与える影響の程度や地域特性により、他の区画が開発されるか否かに左右される空間的範囲は限られる。したがって、連鎖する範囲が小さければ、この施策の効果も小さくなるため、実際に施策を適用する際には、近隣外部性の影響範囲についての吟味が必要である。また、この方法ではある区画所有者のみが得をするため、公平性の問題が生じることに注意が必要である。この問題を解消する方法の1つが公的主体による区画の開発であると考えられる。

なお、本研究では都市基盤整備が対象地区の住環境水準 Q を変化させ、それが各区画所有者の行動に影響していくプロセスについては考察していない。この点については別の機会に検討して紹介したいと考えている。

謝辞:本研究の一部は文部省科学研究費(特定領域研究(A)(1),課題番号11115102)の助成を受けている。本稿作成にあたっては森杉壽芳先生(東北大学)、金本良嗣先生(東京大学)から貴重なコメントを頂いた。また査読者の方々からも貴重なコメントを頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 金本良嗣: 土地保有税と遊休地の開発, 住宅土地経済, No.1, pp.2-9, 1991.
- 2) 金本良嗣: 都市経済学, 東洋経済新報社, 1998.
- 3) Krugman, P.: *Exchange Rate Instability*, MIT Press, 1989.
- 4) Dixit, A.K.: Entry and Exit Decision of a Firm under Uncertainty, *Journal of Political Economy* 97, pp.620-38, 1989.
- 5) 大瀧雅之: 景気循環の理論, 東京大学出版会, 1994.
- 6) 脇田成 : マクロ経済学のパースペクティブ, 日本経済新聞社, 1998.
- 7) 多々納裕一: 開発留保の便益と開発戦略, 応用地域学研究, No.3, pp.21-32, 1998.
- 8) 榊原弘之, 岡田憲夫, 土屋哲: 安全性診断を考慮した木造家屋の更新システムに関するモデル分析, 京都大学防災研究所年報, 第 42 号 B-2, pp.33 -43, 1999.
- 9) Murphy, K.M., Shleifer, A. and Vishy, R.W.: Industrialization and the Big Push, *Journal of Political Economy* 97, pp.1003-1026, 1989.
- 10) 松村敏弘: 投資のタイミングの内生化と産業化, 浅子和美, 大滝雅之編, 現代マクロ経済動学, 東京大学出版会, 1996.
- 11) 森地茂: 密集市街地の地震防災性改善に関する提言, 運輸政策研究, Vol.1, No.2, pp.49-53, 1998.
- 12) 金本良嗣: 住宅に対する補助制度, 岩田規久男, 八田達夫編, 住宅の経済学, 第 3 章, 日本経済新聞社, 1997.
- 13) 浅子和美, 加納悟, 佐野尚史: 株価とバブル, 西村清彦, 三輪芳郎編, 日本の地価・株価, 第 3 章, pp.57-86, 東京大学出版会, 1990.
- 14) 津野義道: 劣微分と最適化問題, 牧野書店, 1997.
- 15) 森杉壽芳編著: 社会資本整備の便益評価, 勁草書房, 1998.
- 16) 上田孝行, 高木朗義: 便益帰着構成表, 伊多波良雄編著, これからの政策評価システム, 中央経済社, 第 4 章, 1999.

(2000.1.11 受付)

ON THE EFFECTS OF URBAN DEVELOPMENT IN DISASTER-FRAGILE AREA

Taka UEDA and Akiyoshi TAKAGI

There are disaster-fragile areas where old buildings are densely located and infrastructures are very poor. The areas have not been developed for many years just by private initiative so that they result in serious urban issues. This paper models such a situation so as to examine the effects of urban development policies. The model is based on the concept of self-fulfilling equilibrium with choice of development timing. According to Benefit Incidence Table Approach, we showed that social net benefit of urban development policies consists of the construction cost, the business cost burdened by the landowners and the benefit of the disaster prevention performance improvement enjoyable for the building users in the whole disaster-fragile area.