

開発企業の収益性を考慮した居住地開発計画の最適化に関する理論的研究

立命館大学 春名 攻*

神戸大学 ○竹林 幹雄**

by Mamoru HARUNA and Mikio TAKEBAYASHI

本研究では、地方部における居住地開発計画に焦点を当て、自治体が期待する居住地像を実現するための方法論について理論的検討を加えた。まず、居住地需給の市場を自治体・開発会社・居住者の複数の異なる目的を有する主体から構成されると考えた。このとき、開発会社は独占的に市場に存在するものと考えた。そして、市場への影響力から考え、自治体－開発会社間では自治体が、開発会社－居住者間では開発会社が情報をより多く有すると考え、自治体－企業－居住者からなるシュタッケルベルグ計画問題であるとして居住地開発市場の市場構造の定式化を行った。そして数値計算により、開発企業の収益性を保証した規制方法について検討を加えた。

Keywords: マネジメント論, プロジェクト計画, 地域計画

1. はじめに

都市・地域をひとつのシステムとしてみた場合、生産・消費といった経済システムに焦点を当てることが多い。しかし一方、その都市・地域が長期的に安定した成長を成し遂げるためには、そこに居住する人々のニーズに沿った都市・地域環境、中でも居住環境の向上に努める必要がある。

居住地開発に関しては、従来様々な研究での取り扱い方は、自由市場での競争¹⁾による均衡アプローチによるものである。そこでは、土地は全く自由に取引が可能であり、他の財との交換が可能な、土地取引市場の存在を前提とする。行政などの干渉は最小限であるとされ、市場に存在する経済主体は、基本的に全て対等であると見なされている。特に取得価格に関しては土地の需要供給関係を明示的に取り扱った『付け値理論²⁾』によって説明されることが多い。これは Allonso³⁾型の都市構造を仮定した場合、立地点の生産性などからその地代が土地市場において競争価格として決定されるものであり、これに立脚した研究例は非常に数多い。

*: 理工学部環境システム工学科 077-561-2736

** : 工学部建設学科 078-803-1016

例えば、屋井ら⁴⁾はヘドニック分析による住宅販売価格の分析を行っているが、このとき販売価格に販売実績を内在させる方法を用いている。そして、市場価格と実勢価格との乖離を埋め合わせる工夫を行っている。ここではさらに居住環境評価についても詳細に検討が加えられている。また、柿本ら⁵⁾は熊本市を対象として、主体別立地特性を構造化し、立地競合モデルを開発している。これにより、区画整理事業地区内の用途の混在を説明している。

しかし、実際には市場に参入することが可能な企業（この場合は住宅供給を行う企業）の数が市場に対して十分大きいという状態は想定することが難しい。特に本研究で対象とするような地方部においては、十分に多くの多様な開発者が存在するという状況よりもむしろ、供給者側は極めて少数で、一種の寡占市場⁶⁾とみなすことができる場合が多いと考えられる。この場合、財の生産者・供給者である企業は、市場をリードする形となり、結果的に生産者余剰⁶⁾を生み出すことになる。これは、市場に存在する消費者（この場合居住者）の利益を大きく損なう可能性がある。消費者の利益の代弁者としての機能を一端に持つ公共は、このような市場における企業の行動を抑制することが望まれるであろう。抑制することにより、よりよい居住環境を居住者に提供で

きるからである。しかし、同時に企業の参入動機を消失させることは避けなければならない。これには企業が参入するに足る利益・収益性の保証を行うことが必要である。このように異なる目的を同時に満足するような適切な開発誘導策を公共は施策として実施しなければならないことになる。

すなわち本研究で対象としている地方部においては、良好な住宅の供給はもとより、その供給を行う開発者に対して、参入(委託される)動機を得るだけの充分な利益を適正な販売価格から得るようにさせること、ならびに居住者の満足を充分に実現させ、それが適正な価格で行われるように、公共が政策を立案・実行する必要がある。

換言すると、このような状況下において、公共の存在は望ましい居住地開発を行うために開発を行うための調整役として機能すべき存在であるといえる。

以上のような状況設定は、システム計画問題でいう多段階計画問題⁷⁾であり、なかでも階層間での情報量、市場への影響力の非対称性が存在することを考えると、シュタッケルベルグ計画問題⁸⁾であると見なすことが可能である。

本研究では、以上のように地方における居住地開発問題を公共－開発会社－居住者の3者における多段階計画問題によって構成されるシステムであると見なし、システムの挙動特性を明らかにし、数値計算を通じて、居住地開発における公共のとるべき政策の特性について検討を加えることとする。

2. シュタッケルベルグ計画問題

シュタッケルベルグ計画問題^{8) 9)}とは、次のような状況にあるもののことを意味する。

- 1) システム内に2種類の参加主体が存在する。1人は先導者(Leader)であり、市場に対して優先的な影響力、情報収集能力を有する存在である。もう1人は後続者(Follower)であり、先導者の示す戦略に反応して自らの行動を決定するものである。ゆえに、先導者が実行する戦略は後続者の選択行動に直接影響を与え、それが市場に反映される。しかし、後続者のとる行動はあらかじめ先導者に予測されており、後続者の行動の結果先導者がその戦略の

変更を行うことはない。すなわち、市場に関する情報の非対称状態が存在する¹⁰⁾。

- 2) 先導者と後続者の関係は全く非協力的な関係であり、協調して行動することはない。先導者は自らの最適化のみを考え、後続者もまた自らの最適化のみを考慮の対象とする¹⁰⁾。

この戦略上の均衡解をシュタッケルベルグ均衡解⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾という。

土木計画学において、このシュタッケルベルグ計画問題を取り上げた例はそれほど多くはない。先駆的なものとしては、朝倉¹¹⁾の道路網整備に関する研究である。これは、先導者はシステム全体の最適化(総走行コスト最小化)をめざし、一方道路の利用者は自らの走行コストのみを最小化するという利用者均衡状態を想定したものである。これは、2種類の均衡状態を扱っているという点で、数学的に極めて複雑な問題に対してヒューリスティックな解法を提供しているという点で注目する。特に、利用者均衡状態を後続者のシステムに取り入れているという点で、現実的であるといえる。

朝倉の研究が道路交通という一種の連続系システム(交通流は連続)を対象としているものとすれば、完全に離散型のシステムを取り扱った研究例としては黒田・竹林の一連の航空、港湾モデルが存在する⁹⁾¹⁰⁾¹²⁾。これは、シュタッケルベルグ計画問題を政府－航空公司(船会社)－利用者という、本研究における枠組みと類似の構造を適用し、国内航空旅客需要、ならびに国際港湾貨物流動の予測を行ったものである。また、直接シュタッケルベルグ計画問題として定義されていないものの、柏谷ら¹³⁾の研究では、供給者側の行動が住宅立地行動に与える影響に着目している点で、ほぼ同様の問題意識のもとに行われたと考えられる。

本研究では、以上のような先行研究の成果を鑑み、特に開発行為における公共のとるべき政策の特性に検討対象を限定し、政策の企業および居住者に与える影響について検討を加えることとする。

3. 規制と開発誘導に関するシステム論的考察

地方部における居住地開発は、大都市部やその周辺と比較して、その住環境の良さが定住者の移動の動機になっていると考えられる。特に地方部においては、

住環境そのものが選択の決定的な要因となりかねないため、良好な住環境の確保が極めて重要な検討要因となる。しかし、前述のように、供給者による寡占的な市場構造のもとで生産者余剰に対する規制が極めて緩い場合、土地の生産力(あるいは魅力)以上に高額な価値を付けられて売買される、いわゆるバブル経済的な取引を生じる可能性がある。なおかつ、全ての住民に対して自己資金内で居住が可能で、なおかつ満足できる供給ができないことも考えられる。こういった状態を招かないためにも、公共は適切な規制を導入する必要があると考えられる。

本研究では、公共の規制による開発誘導の構造を図-1に示すように定義する。

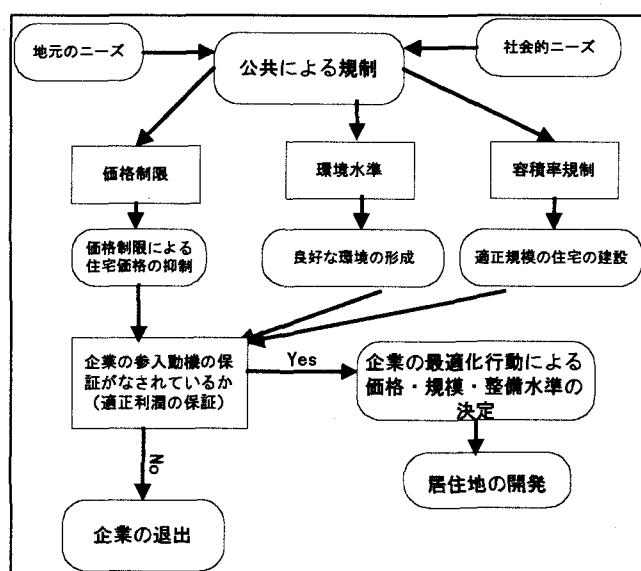


図-1 規制の構造

公共による規制には様々なものが考えられるが、開発(予定)地が明示的に与えられる場合、大きくは図-1に示すように、建物本体にかかる規制(住宅の形状・規模の決定を左右する建ぺい率・容積率に関する制限など)、住宅の周辺環境の水準を規制する環境水準に関する制限(道路規格、公園などの緑地整備量など)、そして、直接取引価格を制約する価格制限の3種の規制が考えられる。これらを独占的企業に対して適用することとする。この時、間接的に価格に制限を加えるように開発ゾーンの指定による制限を導入することとする。このとき、企業の資金回収効率(利益率)を知る必要がある。これは、費用に見合った資金の回収が低すぎる場

合、開発に着手しない可能性があるためであるために、企業が参入するための利益率をあらかじめ保証した形の開発計画が望まれるということになるためである。しかし、価格を直接に指定することは企業の利潤最大化行動を著しく制約することになるため、間接的にコントロールする方法を適用しなければならない。そこで、本論文では開発ゾーンの指定といった形での間接的な規制を導入することとした。

4. 居住地開発計画における2レベルシステム

(1) 前提条件

ここでは地方部での住宅開発を公共の規制のもとに独占的な開発会社が一括して行う状態を取り扱う。ここで、以下のような前提・仮定をおくものとする。

- 1) システム内部には公共(単数)、開発会社(単数)、居住者(複数)が経済主体として存在するものとする。
- 2) 公共は開発会社、および居住者の行動に関して、あらゆる情報を有するものとする。
- 3) 公共の目的は、居住者全体の効用の最大化であるとする。
- 4) 住宅開発会社は1つだけ存在し、公共の規制に従うものとする。また、住宅開発会社は、公共の行動については規制を通してのみ知ることができるとし、それ以外は直接情報を得ることができないものとする。
- 5) 住宅開発会社は、居住者の行動に関しては実態調査などを通して、詳細に把握しているものとする。
- 6) 住宅開発会社は、需要量全てを供給しなければならない。
- 7) 居住者は住宅会社から提示される情報に従って、住宅の選択を行うものとする。
- 8) 居住者は就業先、年齢層、居住タイプ、支払可能額などによって N 種類の属性に分類することができ、その属性に属する人は全て均質なものとする。
- 9) 居住者はそれぞれの属性に対して1カ所の従業地に対応するものとする。
- 10) 居住者の従業地への通勤時間は一時的な交通混雑の影響を受けない、定常状態に関して評価されるも

のとする。

- 11) 居住者は確率的に居住地を選択するのではなく、常に最善の選択(first best)を行うものとする。
- 12) 住宅は全て分譲(販売)であるとし、住宅の購入に際しては、支払は全て一括で支払われるものとする。
- 13) 居住者は住替え行動を行わないものと仮定する。
- 14) 居住者は選択可能な住宅に関して、規制値以下の価格で自らの支払意思額の最高額を支払うものとし、得る効用とは独立であると仮定する。

すなわち、本研究で対象とするシステムは、以下のよう
に表現することができる。

【第1レベル】

公共の最適行動(地域内の居住者の総効用最大化)
←(均衡解)→住宅開発会社の最適行動(利潤最大化問題)

【第2レベル】住宅開発会社の最適行動(利潤最大化問題)←(均衡解)→居住者の最適化行動(個人の効用最大化問題)

以上のような2階層システムの最適化問題を取り扱うことになる。なお、ここでは居住者間には居住者間にも均衡状態が成立する状態を考察対象とすることとする。

以上の流れを整理した全体図を図-2に示す。

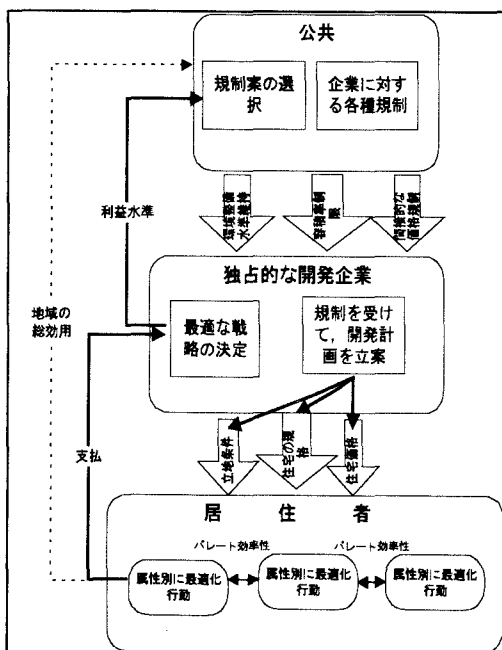


図-2 モデルのシステムフロー

(2) 定式化

前節および図-2で示したように、本研究では3者間の均衡問題を取り扱うこととする。ここでは、各経済主体の行動を定式化することを行う。

【居住者】

居住者は、属性ごとに異なる制約条件を満たす住宅の中で、最適な居住地および住宅を選択するものと仮定する。すなわち、

$$Obj: U_j \rightarrow \max \quad (1)$$

sub. to

$$p_i^m(h) \leq p_j^{\max} \quad \text{for all } j \quad (2)$$

$$h \geq h_j^{\max} \quad \text{for all } j \quad (3)$$

$$m \geq m_j^{\max} \quad \text{for all } j \quad (4)$$

$$t_j^b \leq t_j^b(\max) \quad \text{for all } j \quad (5)$$

$$t_j^s \leq t_j^s(\max) \quad \text{for all } j \quad (6)$$

ここで、 U_j :属性 j の居住者の効用関数、 $p_i^m(h)$:ゾーン i に立地する環境整備水準 m 、住宅タイプ h の住宅の価格、 h :住宅のタイプ(一戸建て、中層集合住宅、高層集合住宅)を表す、 m :環境整備水準(一人当たりの緑地面積)を表す、 t_j^b :属性 j の居住者の通勤時間を表す、 t_j^s :属性 j の居住者の駅までの時間を表す。また、 $p_j^{\max}$:属性 j の人が住宅に支払うことのできる最大支払意思額、 $h_j^{\max}$:属性 j の人が要求する宅地面積(床面積)の最小値、 $m_j^{\max}$:属性 j の人が要求する環境整備水準の最小値、 t_j^b :属性 j の居住者の通勤時間の最大許容値、 t_j^s :属性 j の居住者の駅までの最大許容値である。

式(1)は各居住者の目的関数を表し、式(2)以下は制約条件式を表す。式(2)は購入する住宅の価格が支払意思額を越えないという予算制約、式(3)は購入する住宅の規格が要求する住宅規格以上であるという条件、式(4)は購入する住宅周辺の環境整備水準が要求する環境整備水準以上であるという条件、式(5)は購入する

住宅が立地するゾーンからの通勤時間が要求する通勤時間以下であるという条件, 式(6)は購入する住宅が立地するゾーンから駅までの移動時間が要求する移動時間以下であるという条件をそれぞれ表したものである。

すなわち, 各主体の行動は, **first best** において効用 U_j の最大値を選んでいる場合, 式(2)~(6)が成立していなければならないこととなる。

ここで, 全ての属性間に利用者均衡状態が成立していることを考えると, 全ての属性の居住者に関して制約条件の下で最大値が得られていることになる。このことを考えると, 以下のような目的関数, および制約条件式を得る。

$$Obj: U(\delta_{ji}^{mh}) = \sum_j \sum_i \sum_m \sum_h \delta_{ji}^{mh} U_j \rightarrow \max \quad (7)$$

sub. to

$$p_i^m(h) \leq p_j^{\max} \quad \text{for all } j \quad (2)$$

$$h \geq h_j^{\max} \quad \text{for all } j \quad (3)$$

$$m \geq m_j^{\max} \quad \text{for all } j \quad (4)$$

$$t_j^b \leq t_j^b(\max) \quad \text{for all } j \quad (5)$$

$$t_j^s \leq t_j^s(\max) \quad \text{for all } j \quad (6)$$

$$x_j = \sum_i \sum_m \sum_h x_{ji}^{mh} \quad \text{for all } j \quad (8)$$

$$x_j \geq 0 \quad (9)$$

ここで, δ_{ji}^{mh} はクロネッカーデルタであり, 次のような特性を有する。

$$\delta_{ji}^{mh} = \begin{cases} 1: \text{属性 } j \text{ の居住者がゾーン } i, \text{ 環境整備水準 } m, \text{ 住居タイプ } h \text{ の住居を選択} \\ 0: \text{上記以外} \end{cases}$$

また g_i^{mh} : ゾーン i に立地し, 環境整備水準 m , 住居タイプ h の住居の供給戸数, x_{ji}^{mh} : ゾーン i , 環境整備

水準 m , 住居タイプ h の住居を選択した属性 j の居住者数, x_j : 属性 j の居住者の総数である。式(8)は居住者総数の保存則である。式(9)は非負条件式である。

以上のように居住者の行動を定式化できる。

【住宅開発会社】

住宅開発会社は独占的に住宅を供給する一方, 公共側から提示される種々の規制を制約として行動することとする。本研究で想定している住宅開発会社は私企業であるため, 行動目的を自己の利潤最大化行動として定式化することができる。

まず, 住宅の開発地区は公共から与件として提示されるものとする。その最大開発(可能)面積も与件である。宅地における種々の規制も公共から事前に提示されているため, これに関しても同様に与件として扱うことができる。また, 土地取得は住宅開発会社が行うものとし, その価格は開発の規模に関わらず地権者との間で, 既に交渉済みで一定額であると仮定する。さらに, 住宅の建設費用も住宅規格ごとに一定であるとする。

次に, 住宅開発会社は居住者の行動特性をマーケティング・リサーチなどで詳細に把握しているものと考え, この居住者の最適行動を制約として行動することとなる。

すなわち, 住宅開発会社の行動は以下のように定式化することができる。

$$Obj: B(g_i^{mh}, p_i^m(h)) = \sum_j \sum_i \sum_m \sum_h p_i^m(h) x_{ji}^{mh} - \sum_i \sum_m \sum_h q_i^m(h) g_i^{mh} - \sum_i \sum_m \sum_h c_i(sq(g_i^{mh})) \rightarrow \max \quad (10)$$

sub. to

$$g_i^{mh} = \sum_j \sum_i \sum_m \sum_h \delta_{ji}^{mh} x_{ji}^{mh} \quad \text{for all } i, m \quad \text{and } h \quad (11)$$

$$\sum_m \sum_h sq(g_i^{mh}, h, m) \leq G_i \quad \text{for all } i \quad (12)$$

$$g_i^{mh} \geq 0 \quad (13)$$

$$m_i \geq M_i \quad \text{for all } i \quad (14)$$

$$h_i \geq H_i \quad \text{for all } i \quad (15)$$

$$\text{and (居住者の最適行動)} \quad (16)$$

ここで、 $q_i^m(h)$:ゾーン i に立地する環境整備水準 m , 住宅タイプ h の住居の建設費用, c_i :ゾーン i における土地単価, $sq(g_i^{mh}, h, m)$:ゾーン i に立地する環境整備水準 m , 住宅タイプ h の住居を建設する際に必要となる敷地面積であり, 供給戸数, 住宅タイプ, および環境整備水準によって構成される関数である. G_i :ゾーン i の開発可能面積である. また, m_i :ゾーン i の環境整備水準, M_i :ゾーン i における環境整備水準の規制値(離散値), h_i :ゾーン i の住宅タイプ, H_i :ゾーン i における容積率の規制値から割り出される住宅タイプの上限(離散値)である.

式(10)は住宅建設会社の目的関数を示す. 右辺第1項は居住者からの販売収入を表し, 右辺第2項, 第3項はそれぞれ住宅の建設費用, および土地取得費用を表す. 住宅建設会社はこれらの項目で構成される利潤を最大化するように住宅の価格, 規模, 戸数, 整備水準を決定する.

式(11)は要求された戸数を満たしているという意味である. 式(12)は全整備面積が開発可能面積を越えないことを表す. 式(14)~(15)は公共による規制をみたすことを表すものである. これらに加えて, 住宅開発会社は居住者の最適行動(式(16))を制約条件として有することになる. これは式(1)の結果を反映することとなる. 居住者の最適行動, すなわち利用者均衡が成立しなければ, 取引が成立しないことになり, 開発会社は当初の目的(利潤の獲得)を実現できなくなるためである.

以上のように, 住宅の独占的な供給元である住宅開発会社の定式化を行うことができる.

【公共】

公共は容積率, 環境整備水準, 開発ゾーンの指定のいずれか, あるいはその全てを規制することで, 住宅開発会社の宅地開発戦略を自己に有利な方向, すなわち地域内居住者の平均効用の最大化へと誘導することとする. ゆえに, 公共は特定の属性の居住者の効用の極大化を目指すものではなく, あくまで平均としての効用(ここでは居住に対する満足度)を最大化することに努めるというように想定することとした.

ここでは全ての規制が任意に設定可能であるという条件の下に定式化を試みることとする.

まず, 与件事項として, 開発予定地およびその最大規模は先決されているものとするが, 実際に開発を行うかどうかの決定はなされていないものとする. すなわち, 規制のパターンによって実際に開発に着手される区画が異なることを想定しているためである.

次に, 公共は住宅開発会社, および居住者の行動について詳細に把握しているものと仮定する.

以上のような状況の下で公共の行動を定式化すると以下ようになる.

$$\text{Obj: } Z(P, H_i, M_i) = \sum_j \sum_i \sum_m \sum_h x_{ji}^{mh} U_{ji}^{mh} \rightarrow \max \quad (17)$$

sub. to

$$(\text{住宅開発会社の最適行動}) \quad (18)$$

ここでは, 公共は直接的に居住者の効用を向上させることはできない. 目的関数内にある規制値が住宅開発会社の戦略に作用し, 間接的に居住者の効用を向上させるということになるのである. なお, P は開発ゾーンの組み合わせを表すものである. 式(18)は式(10)の結果を反映することとなる.

5. 数値計算によるモデル挙動分析

ここでは前章までで定式化を行ったシステムを用いることにより, 公共のとする規制の影響が間接的に居住者にどのように作用するかについて検討を加える, そのために, いくつかの数値計算を通じてシステムの特性を明らかにする.

(1) 設定

本研究においては, 先の定式化において示したパラメータを次のように設定した.

まず, 居住者については別途実施したアンケート結果によって得られた項目を分析することによって効用関数を同定し, パラメータを設定した. これを表-1に示す. ここでの値は, 滋賀県米原町における新規住宅計画において想定されている世帯数であるが, 属性は年齢階層別属性を2階層に分けることとした.

次に開発会社について, 今回数値計算において用

いた設定値を表－2～6に示すこととする。ここでは、宅地造成・建物建設費用を米原住宅開発計画の資料¹⁴⁾をもとに概算した値を用いている。また、環境整備費用に関しては、住宅開発会社が自社負担するものとし、その値は都市公園造成に要する費用をもとに概算した値¹⁵⁾を用いている。さらに、開発会社はすべての開発候補地を開発する必要はなく、需要を全て満足するだけの住宅数を供給できればよい、ということとしている。

表－1 使用したパラメータ値

	40歳以下	41歳以上
住宅の広さ(延べ床)	0.19	0.22
公園・緑地面積	0.2	0.27
通勤時間	0.07	0.24
駅までの距離	0.16	0.09

表－2 住宅設定データ

	建築面積 (m ²)	入居可能 戸数	建築費用 (万円/坪)
一戸建て	160	1	50
中層マンション	350	18	60
高層マンション	910	48	80

表－3 宅地造成等設定データ

	米原西部	米原北部	入江地区	醒井地区
開発面積 (m ²)	330,800	567,900	449,000	880,300
用地費単価 (円/m ²)	100,000	75,000	50,000	25,000
駅までの距離 (km)	0.95	1.2	1.8	5.4

表－4 造成費用設定データ

	米原西部	米原北部	入江地区	醒井地区
造成費 (円/m ²)	8,453	16,425	12,490	21,198
緑地・公園 (円/m ²)	12,000	12,000	12,000	12000

表－5 開発候補地と従業地との距離

	米原西部	米原北部	入江地区	醒井地区
米原都市核	2.0	2.5	3.6	11.2
磯地区インダストリアルパーク	2.4	5.2	4.2	14.2
番場地区インダストリアルパーク	5.4	4.8	5.4	7.9
米原インダストリアルパーク	8.5	6.9	8.6	5.0
パワーセンター	7.5	6.9	7.5	5.4

単位:km

表－6 居住者属性データ

	世帯数 (戸)	支払意思 額の上限值 (万円)	住宅面積 (m ²)	通勤地	属性 番号
41歳以上	349	4000	120	米原都市核	1
	200	3500	120	磯地区	2
	1000	3000	80	番場地区	3
	1434	3000	120	米原	4
	500	2800	40	インダストリアル インター 周辺地区	5
40歳以下	1462	3500	80	米原都市核	6
	1000	3200	80	磯地区	7
	736	2900	80	番場地区	8
	1000	2600	40	米原	9
	398	2300	40	インダストリアル インター 周辺地区	10

公共に関しては、公共は容積率、環境水準、さらには供給価格の上限值を設定することで、できるだけ居住者全体の効用(満足)を高めることを行う。この場合、容積率は100%(一戸建て)、200%(中層集合住宅)、400%(高層マンション)の3種類のみが選択可能な代替案であると設定した。これらの延べ床面積は表-2に示すとおりである。開発会社はこれに対応した規格の建物のみを生産・供給できるものとした。また、環境水準も、1世帯当たり80、100、120 m²の3種類のみが選択可能であるとした。これらの値については、資料¹⁴⁾をもとに設定した。住宅の販売価格に関しては、公共が規制を加えない限り、開発会社が自由に設定することができるとした。さらに居住者としては、今回の開発で居住を希望する人として定義している。

(2) 規制による開発会社の収益変化について

さて、数値計算を行った結果、図－3に示すようなグラフを得た。ここで抽出された点は、各規制毎に開発会社の利潤が最大化される開発パターンを抽出したものである。ここで、(分布 A)は高層までの開発を各ゾーンで可能とし、また環境整備水準は公共側から指定されるが、供給パターンは開発会社が全く自由に行うことができる場合、(B)は開発候補地を公共側が指定し、各ゾーンに対する開発パターンをも指定するという規制上の違いを意味している。2つの分布は規制の違いに対する開発会社の反応パターンの違いである。

図から明らかなように、まず、全体的な傾向としては

利益率の増加に伴い、1世帯あたりの平均効用は減少していくことがわかる。容積率・および環境整備水準を規制するだけでは、分布 A に示すように、1世帯あたりの平均効用は 1.8 前後にとどまる。これは開発会社の利潤最大化行動により、利益率の高い中層住宅を建設する動機を有することから、一戸建ては建設費が最も安価なゾーン1カ所(この場合は醒井)に集中的に整備し、かつ高層の需要量が最大になるように価格設定・整備規模を決定するという行動をとる。図-3中の点 a が本論文で検討した開発パターンのうち、利益率が最大で 36.3%となり、この場合一人当たりの平均効用は 1.84にとどまる。

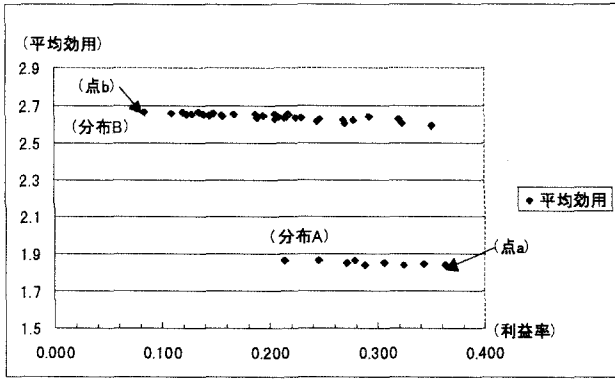


図-3 環境整備水準の規制別利益率と総効用の関係

一方、開発候補地を指定し、開発パターンをゾーンごとに公共が指定する場合、平均効用の最大値を得ることができる。これが図-3中の点 b であり、平均効用は 2.66、利益率は 8.5%となることがわかる。点 a と点 b の違いを明らかにするため、各ゾーンの開発パターンを表-7に示す。

表から、まず点 a に関しては、一戸建てを醒井に集中的に整備し、高層を米原北に、入江には中層住宅を整備するという開発を行うことがわかる。また、環境整備水準はできるだけ低く押さえるような傾向があることがわかる。また、米原西への開発は行わない結果を得た。これは土地代が高いため、他のゾーンと比較して収益性が悪化するためであると考えられる。

一方、点 b に関しても、点 a と同様に米原西への開発は行われない形となっている。さらに、入江地区への開発も行われない形となっている。これは、主に点 a

で中層を選択した世帯の効用を大幅に増加させることが、世帯平均効用の増加に大きく反映されるためであり、そのためには面積的に条件を満たす醒井での高層住宅建設が必要となったためである。

表-7 開発パターン

点	ゾーン	供給戸数 <万円>	住宅 種別	環境 水準	居住者 属性	平均 効用
a	醒井	1983 <3000>	戸建	1	1	2.74
					2	2.71
					4	2.85
	米原北	3962 <2800>	高層	0	3	2.6
					5	2.65
					6	2.5
					7	2.47
	入江	2134 <2300>	中層	0	8	2.38
					9	2.45
					10	2.44
b	米原北	1983 <3000>	戸建	2	1	2.77
					2	2.74
					4	2.88
	醒井	6096 <2300>	高層	2	3	2.67
					5	2.72
					6	2.53
					7	2.5
					8	2.58
					9	2.66
					10	2.64

また、住宅の供給価格に関しても高層住宅の供給価格が大幅に減少する形となることがわかる。

このように、世帯平均効用を増加させるためには、環境・容積率の規制のみならず、適切な開発候補地の組み合わせと、それによる間接的な価格の誘導が有効であることがわかる。

ここで全てのゾーンが開発されるという条件を設けた場合、開発会社はいかなる開発行動をとるであろうか。表-8は全てのゾーンが開発される場合、その効用の平均効用を最大化するパターンを示したものである。

このとき、支払意思額の上限值が高い属性 1、属性 2 の住み分けが生じることがわかる。この結果、全ゾーンを開発することを前提とした場合、入江、米原西は比較的小規模な開発となり、逆に米原北、醒井は開発可能面積のほぼ全体を開発するような大規模開発になるという結果を得た。

表－8 全ゾーン開発の場合の最適解

利益率	平均効用	ゾーン	供給戸数 <万円>	住宅 種別	環境 水準	居住者 属性	平均 効用
12.3	2.64	入江	349	戸建	2	1	2.77
			<4000>				
		米原西	200	戸建	1	2	2.71
			<3500>				
		醒井	2434	戸建	0	3	2.75
			<3000>			4	2.85
		米原北	5096	高層	1	5	2.69
			<2300>			6	2.52
						7	2.48
						8	2.57
						9	2.64
						10	2.63

これは、米原北・醒ヶ井地区の開発可能面積が比較的広大であることに起因すると考えられる。すなわち、便益を向上させるためには、交通条件の良い地域に多くの戸建を供給することが望ましいが、開発面積の制約上難しくなる。このため、住宅タイプの制約が厳しくない属性の人向けに立地条件の良い場所を、また条件の厳しい属性の人向けには立地条件が多少劣るものの確実に戸建が供給できるゾーンを提供することになったためであると考えられる。また、特に、醒井での土地代が低廉であるため、一戸建てを大量供給するといった大規模開発を行っても、開発会社は充分に利益を得られる構造となっていることが明らかとなった。

さて、以上の結果に共通することとしては、

- 1) 全てのゾーンで一戸建てを供給する場合、開発会社に利益が出ない。
- 2) 米原中心部(米原駅周辺)に一戸建て専用の居住地開発を促進することによって平均効用は増加する。
- 3) 開発費用の安価な醒井地区での開発比重を高くすることによって、開発会社の利潤は上昇するが、全体の効用は減少する。

まず 1)に関しては、供給する際に同一ゾーンで同型の住宅に異なる価格を付けることができないと設定しているため、一戸建てを 2300 万円で供給することが、現在の土地価格の設定では不可能であるということである。これに対処するためには、最も安価に開発が可能な醒井を一戸建て専用の居住地として開発する場合、公共側が造成費や土地取得費用の一部を補助するな

ど、費用の軽減行為を行う必要があると考えられる。

2)に関しては、4ゾーン全てを開発することを除外すれば、米原西での一戸建て専用居住地の開発を促進することが平均効用を増加させるという点で望ましいということである。しかし、1)と同様に開発費用の点から、全ての居住者に米原西で一戸建てを供給することは困難であり、また開発可能面積が他と比較してかなり少ないため、最大でも 1500 戸程度しか供給できない程度である。この点を解決するには、開発可能面積の増大が望まれるが、中心部での再開発であることから土地取得の点で難しく、さらに開発費用が増加することになる可能性がある。このため、公共による米原北や入江地区など、米原西と大きく立地条件が変わらないゾーンでの開発可能面積の増加や、開発補助費用の導入などによって、平均効用を増大させることが可能となると考えられる。

3)に関しては、醒井ゾーンの駅へのアクセシビリティの悪さに原因があると考えられる。これは、米原外へのアクセスを米原駅のみに限定している点が原因である。しかし、醒井にも JR 駅が存在するが、現在では京阪神方面へのアクセスは米原駅を直接利用する方が、頻度的にもはるかに有利である。このため醒井駅での京阪神部へのアクセス性を強化する、ないしは岐阜方面への通勤・買い物行動を主と考える世帯が増加すれば、醒井での開発による平均効用の低下という傾向は軽減されるものと考えられる。

以上のように、図－3に示されるような反応パターンを把握することによって、開発会社の利益率を考慮しながら、公共が最も望む形の開発をするための規制パターンを決定することができるとわかる。

6. おわりに

本研究では、地方部における住宅開発を例に取り、地方部における住宅供給を行う上で、良好な住宅供給を行うための意思決定支援システムの開発を行った。すなわち、

- 1) 公共、住宅開発会社、居住者の 3 主体から成り立つシュタツケルベルグ均衡型システムの開発・提案を行った。
- 2) システムを導入し、数値計算を行った結果、属性別・規制別の最適開発パターンを得ることができ、

全体的な傾向として、利益率が上昇するに従って平均効用は減少することが把握された。

- 3) 容積率・環境整備水準の規制のみでは、開発会社の利潤最大化行動により、平均効用は低くとどまり、逆に上記の規制に加えて開発ゾーンの指定を加えて間接的に価格コントロールを行うことにより、平均効用を上昇させることができることが把握できた。
- 4) 開発候補地全てを開発することを制約条件化した場合、平均効用を最大化させるには一戸建てと高層住宅を開発可能面積の広いゾーンに分散立地させることが望ましいという結果を得た。そして、開発可能面積が比較的小さく、かつ土地代の高いゾーンには一戸建てを高い環境水準で小規模に整備する事が望ましいという結果を得た。この場合、一戸建ての居住地は開発費用が高くなるに従って高騰することがわかった。

以上の結果から、本システムを導入することにより、公共がゾーン指定・容積率・環境整備水準に対する適切な規制を行うことで、平均効用を最大化することが可能となり、なおかつ企業側が要求すると考えられる利潤率を満足させることが可能となる。すなわち、入札等で参入が決定される場合、その規制項目を予め設定し提示することで、公共が求める利潤率・達成される満足度で開発会社の参入可能性を推定することができることとなる。

今後の課題としては、同時に選択される行動として居住者の選択行動をモデル化した部分を、時間的な遅れなども考慮に入れた居住地選択行動のモデル化、さらに需要を固定した点を改め、需要変動型のアプローチに切り替えていくことが考えられる。

【参考文献】

- 1) 奥野・鈴村:ミクロ経済学 I, 岩波書店, 1988.
- 2) 天野光三・青山吉隆編:図説 都市計画, 丸善, 10-11, 1992.
- 3) ヘンダーソン, J.V.:経済理論と都市, 頸草出版, 1987.
- 4) 屋井鉄雄・岩倉成志ほか:需給特性を用いた住空間評価のヘドニック分析法, 土木計画学研究・論文集, No.9, 253-260, 1991.
- 5) 柿本竜治・溝上章志:新市街地型区画整理事業区内におけるミクロ立地モデル, 土木計画学研究・講演集, No.19(2), 391-394, 1996.
- 6) 奥野・鈴村:ミクロ経済学 II, 岩波書店, 1988.
- 7) 志水清孝:システム最適化理論, コロナ社, 1976.
- 8) 志水清孝:多目的と競争の理論, 共立出版, 1982.
- 9) Katsuhiko Kuroda and Mikio Takebayashi: Analysis of the Impact on Domestic Air Passengers' Flow by Aviation Policy Scenario, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.2, No.1, October 1997.
- 10) 黒田勝彦・竹林幹雄ほか:シュタッケルベルグ均衡問題による国内航空ネットワーク分析, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp.757-pp.764, 1997.
- 11) 朝倉康夫:利用者均衡条件により制約された最適ネットワーク形成問題の解法, 土木計画学研究・講演集, No9, 417-423, 1986.
- 12) 黒田勝彦・竹林幹雄ほか:フィーダーサービスによるコンテナ貨物流動分析, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp.551-pp.558, 1997.
- 13) 柏谷増男・中村良平ほか:供給主導型モデルによる住宅ストック変化の分析, 土木計画学研究・論文集, No.8, 137-144, 1990.
- 14) たとえば米原町:米原町指導要綱, 1994.
- 15) 田辺町文化学術研究都市建設計画研究委員会:公共公益施設整備計画報告書, 1996.

The Optimal Restriction on the Development of the Residential Zone Under the Insurance of the Developer's Profitability

This study aims to discuss the method for optimized development of the residential zone under the expectation of the local government by focussing on the local development. First, the market of the development of the residential zone is regarded as the Stackelberg Planning Problem, the government as the leader between the government-developer competitive relation, and the developer as the leader between the developer-residents competitive relation and formulated. Second, the features of the restriction by the government to the developer are understood by some numerical computations.