

## ファジィ数理計画法による再開発地区選定モデルの構築

神戸大学工学部 正 員 枝村俊郎  
 神戸大学工学部 正 員 川井隆司  
 鹿 島 建 設 正 員 ○細井久寿

## 1. はしがき

本研究では市街地再開発事業の計画支援を目的として、各種評価基準と計画担当者の持つファジィ性を同時に満たした最適な再開発形態が決定できる再開発モデルを構築し、神戸市への適用によりその有効性を検討する。

市街地再開発事業における再開発形態を数理計画問題として定式化するためには、目的関数に各種の評価基準を導入する必要がある。すなわち、市街地再開発には様々な利害を受ける主体が関連しており、再開発に対する評価基準も関連主体により多種多様であると考えられる。したがって、数理計画問題の定式化において、単一の評価要因のみを目的関数として設定することは適切ではなく、関連する主体の各種評価基準とファジィ性を同時に満たした最適解を求める必要があると考える。

ゆえに本研究では、再開発事業に関わる各主体の評価基準を多目的問題として捉え、事業に関わる計画担当者の持つファジィ性が考慮できるファジィ数理計画法を用いた再開発地区選定モデルを提案する。

## 2. 提案する再開発地区選定モデル

市街地再開発地区の選定においては、事業採算性や指定容積率等の諸条件を同時に検討する必要がある。よって本研究では再開発地区の選定のみならず、選定地区での事業施設の敷地面積および各用途ごとの延床面積をも同時に決定するモデルを構築する。

再開発事業に直接的に関連する主体間の経済関係を図-1に示す。図で示した各々の主体は、他の主体との取引を通して自らの行動規範を達成しようとする。すなわち再開発施設内に出店する小売業者は利潤最大化、入居する居住者は効用最大化、事業主体は採算確保などである。よって、市街地再開発事業に対する評価は、各関連主体の行動規範に基づいた総合的な評価基準により行う必要がある。

以上より、再開発関連主体の評価基準を目的関数

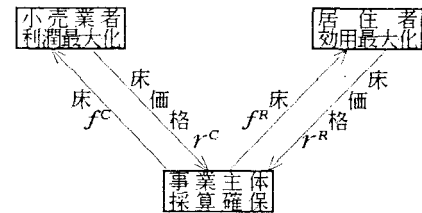


図-1 再開発関連主体間の経済関係

とした再開発地区選定モデルは以下のような多目的計画問題に定式化できる。

日用品小売業総利潤最大化：

$$\text{maximize } P^D = \sum_i \alpha_i^D f_i^{CD} \quad (1)$$

買回品小売業総利潤最大化：

$$\text{maximize } P^N = \sum_i \alpha_i^N f_i^{CN} \quad (2)$$

通勤目的トリップ総所要時間最小化：

$$\text{minimize } C^W = \sum_i \alpha_i^W f_i^R \quad (3)$$

自由目的トリップ総所要時間最小化：

$$\text{minimize } C^S = \sum_i \alpha_i^S f_i^R \quad (4)$$

総住宅床価格最小化：

$$\text{minimize } R^R = \sum_i r_i^R f_i^R \quad (5)$$

subject to

事業採算制約：

$$H_i + f_i^{CD} r_i^{CD} + f_i^{CN} r_i^{CN} + f_i^R r_i^R = a_i p_i + b^C (f_i^{CD} + f_i^{CN}) + b^R f_i^R \quad (i=1, \dots, n) \quad (6)$$

容積率の上下限値制約：

$$V_i^L a_i \leq f_i^{CD} + f_i^{CN} + f_i^R \leq V_i^U a_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (7)$$

開発可能面積制約：

$$a_i \leq A_i \quad (i=1, \dots, n) \quad (8)$$

日用品小売業延床面積制約：

$$\sum_i f_i^{CD} \leq d^{CD} \quad (9)$$

買回品小売業延床面積制約：

$$\sum_i f_i^{CN} \leq d^{CN} \quad (10)$$

住宅延床面積制約：

$$\sum_i f_i^R \leq d^R \quad (11)$$

Toshiro EDAMURA, Takashi KAWAI, Hisatoshi HOSOI

整数計画条件：

$$\sum_i \varphi_i = \Phi \quad (\varphi_i = 0 \text{ or } 1, \Phi \text{ は整数}) \quad (12)$$

$$a_i \leq \varphi_i A_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (13)$$

$$f_i^{CD} + f_i^{CN} + f_i^R \leq \varphi_i V_i^U A_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (14)$$

非負条件：

$$f_i^{CD}, f_i^{CN}, f_i^R, a_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (15)$$

ここで、 $f_i^{CD}$ 、 $f_i^{CN}$ 、 $f_i^R$ ：地区  $i$  の再開発施設における日常品小売業、買回品小売業、住宅の延床面積、 $a_i$ ：地区  $i$  の再開発施設敷地面積、 $p_i$ ：地区  $i$  の地価、 $r_i^{CD}$ 、 $r_i^{CN}$ 、 $r_i^R$ ：地区  $i$  の再開発施設内の日常品小売業、買回品小売業、住宅の単位面積当り処分価格、 $\alpha_i^P$ 、 $\alpha_i^Y$ ：地区  $i$  の再開発施設における日常品小売業、買回品小売業の単位床面積当り利潤、 $\alpha_i^T$ 、 $\alpha_i^S$ ：地区  $i$  の再開発施設内の居住者の単位住宅床面積当り通勤目的、自由目的トリップ所要時間、 $b^C$ 、 $b^R$ ：再開発施設内の店舗、住宅に関する単位面積当り建築工事費、 $H_i$ ：地区  $i$  の再開発事業に対する公的補助金、 $V_i^U$ 、 $V_i^L$ ：地区  $i$  の指定容積率の上下限値、 $A_i$ ：地区  $i$  の再開発可能面積、 $d^{CD}$ 、 $d^{CN}$ 、 $d^R$ ：対象地域全体での延床面積制約値、 $\Phi$ ：選定する地区数。

なお、式 (3)～(5) は再開発施設内に入居する居住者の効用の代替指標として使用したものである。

上述した多目的計画問題では一般にバレート最適解として複数の解が存在するが、これは最適な開発形態が関連主体により異なることを意味する。現実には各関連主体の合意が成立するように、計画担当者が各主体間の利害を調整し、それぞれの評価基準に対して主観的あいまいさを含む目標値を設定し、これらの目標値を最も満足する計画案を策定すると考えられる。したがって、本研究では市街地再開発事業の計画担当者の経験と勘によるあいまいな知識により、式 (1)～(5) の目的関数に対してファジィ目標、式 (6)～(11) の制約式に対してファジィ制約を設定し、各式におけるファジィ目標あるいはファジィ制約に対する帰属度を図-2 に示すようなメンバーシップ関数によって定義した。そして、これより前述の多目的計画問題を Zimmermann, H. J. によって提案されたファジィ数理計画問題へ展開し、再開発地区選定モデルを構築した。

### 3. 再開発地区選定モデルの神戸市への適用

本研究の有効性を確認するために、モデルを神戸市へ適用し、昭和55年時点での再開発計画案を算出

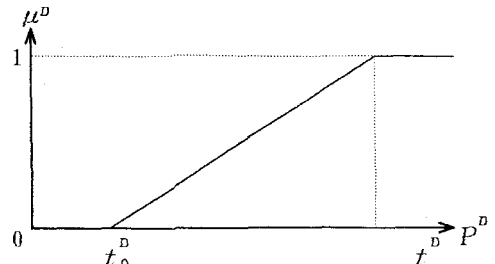
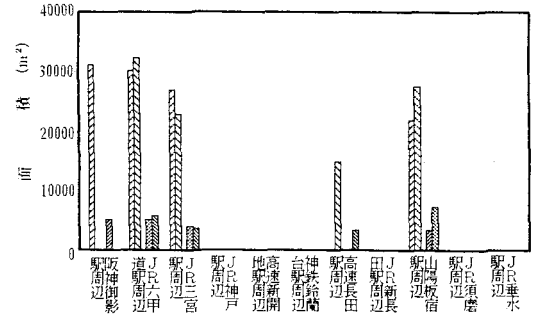


図-2 式(1)のファジィ目標に対するメンバーシップ関数



凡例：延床面積 計算値 実績値 敷地面積 計算値 実績値

図-3 延床面積、敷地面積の計算値および実績値

した。適用に際しては、まず市内鉄道駅周辺で商業地と住宅地とが混在し、かつ市街地再開発事業の実務担当者が挙げた地区として11地区を抽出し、この中から1～6地区を選定する問題をそれぞれ計算した。またファジィ目標、ファジィ制約については、各選定問題において4つのケースを設定し、各々について最適解を求めた。これらより4地区選定問題で、ファジィ目標、ファジィ制約について再開発施設内居住者の通勤、買物等の利便性を重視した場合の最適解を図-3に示す。一方、昭和55年から平成2年3月現在までの間に完了した再開発事業の実績値についても同様に図-3に示す。両者の比較から、本モデルにおける全延床面積、開発敷地面積の計算結果と実績値とが比較的一致していることがわかる。以上より、計画担当者の持つ評価基準に対して最適解を求めようとする本モデルについて、一応の有効性が確認された。

### 4. あとがき

本研究では、市街地再開発に対する計画担当者のファジィ性を考慮した価値基準により、ファジィ数理計画法を用いた再開発地区選定モデルを構築した。今後、再開発事業に間接的に関連する主体の評価をも考慮したモデルに改良する必要がある。