

生活環境施設整備の総合的評価手法の開発

DEVELOPMENT OF SYNTHETIC EVALUATION METHOD FOR PUBLIC SERVICE FACILITIES

須田 熙*・湯沢 昭**・長沢 宏***

By Hiroshi SUDA, Akira YUZAWA and Hiroshi NAGASAWA

Estimation of the effects of infrastructure, such as highways and ports, are carried out by C-B analysis or I-O analysis. On the contrary, the evaluation models for public service facilities, such as shopping center, park and etc., are not always established up to this time. There are two ways to evaluate those. They are

- 1) To make use of the satisfaction levels that is specified by the inhabitant's opinion.
- 2) To make use of the social costs and benefits measured in monetary terms.

This paper discusses a combined model with two different ideas, the satisfaction levels on environments are estimated by using Matrix-Network method, and the social Costs-Benefits are estimated in terms of money by using the theory of utility function.

Keywords: public service facility, inhabitant's opinion, social cost-benefit

1. 緒 言

土木施設を利用形態から分類すると、産業関連施設と生活環境施設に分けることができる。産業関連施設とは、高速道路や港湾等の施設であり、生活環境施設とは教育文化施設や商店・公園といった日常的に利用される施設である。このような土木施設の適正な規模と配置を決定するうえで不可欠な要因は、効果の計測とその帰属主体の明確化である。産業関連施設の経済効果分析や予測モデルとしては、産業連関分析や費用便益分析等のモデルが開発され、実用に供している。

一方、生活環境施設整備効果の計測手法は、その利用者が不特定多数であることも重なり、効果とその帰属主体の特定化は困難であるが、現在までいくつかのモデルが開発・提案されている。それらの方法として最も一般的に用いられているのは、その施設の受け手である地域住民の意識を用いることである。

たとえば、公園の設置箇所の選定にあたり、建設費用が同じであれば候補地点間における住民の満足水準の相

対比較を行い、その水準が最も高くなる場所を決定すればよい。しかし港湾再開発のように、一部は産業関連施設の整備を、一方では商店街や公園の整備といった生活環境施設の整備を同時に行う場合、評価方法として貨幣単位による評価結果と地域住民の満足度といった評価結果を最終的に総合化する必要がある。このように1つのプロジェクトが複数の評価尺度を含んでいる場合は、代替案の比較検討のためそれぞれの評価結果を同一尺度に変換することが要求される。本研究では、生活環境施設の整備を行うことにより、住民の意識の変化から総合評価までをシステムとして捉え、大きく2つの流れに沿って評価を行う方法を提案する。1つは従来のように住民意識の変化を捉える方法と、もう1つは効用関数を用いることにより住民意識の変化を価値意識の変化として考え、貨幣単位で評価する方法である。したがって、評価の目的により住民の満足水準による相対比較と貨幣単位による絶対比較が可能となる。特に後者の住民意識の変化を価値意識の変化に翻訳する方法としては、社会的費用・社会的便益の概念を用いる。

2. 生活環境施設の整備効果計測に関する従来の研究

生活環境施設の整備効果を計測・評価するための従来

* 正会員 工博 東北大学教授 工学部土木工学科
(〒980 仙台市荒巻字青葉)

** 正会員 東北大学助手 工学部土木工学科 (同上)

*** 正会員 工修 三和銀行

の研究を大別すると次の3つに分類される。

(1) 住民意識の満足度を用いる方法

この方法は、生活環境を構成している個々の施設と住民の意識との関係を統計的に処理することによりある関数関係を仮定し、その施設の影響を定量的に捉えるものである。研究事例としては、数量化理論第Ⅱ類による吉川・細見の研究¹⁾、GMDHを生活環境評価関数へ適用した青山・壁谷の研究²⁾、また生活環境の整備水準と地域隔差についての青山・近藤の研究³⁾が挙げられる。

(2) 資産価値の変動を用いる方法

生活環境施設の整備が行われた結果、資産価値が変動することがある。たとえば道路を整備することによる沿道の地価の上昇や鉄道や地下鉄の開通による沿線の地価の上昇等⁴⁾である。このように生活環境条件の改善に伴い地価が上昇し、最終的に資産価値に転移する。その資産価値の変動を計測することにより、効果を評価するものである。

(3) 価値意識による社会的費用・社会的便益を計測する方法

この方法は、ある施設の建設によって生じる社会的費用・社会的便益がその生産者（建設者）ではなく、一般消費者（住民）に負担・還元されるという仮定のもとに、始めに社会的費用・社会的便益を誘発すると思われる要因と一般財（市場価格で表現されるもの）との選好関係より価値意識を調査する。次に消費者の行動を定式化するために社会的費用・社会的便益をも考慮できるような効用関数を構築し、要因と一般財との代替性を通して、社会的費用・社会的便益を計測する。この方法によると、従来の費用・便益分析に社会的費用・社会的便益を加えることにより、従来は計測が困難であった外部経済や外部不経済の影響をも考慮することが可能となり、土木施設の建設に伴う影響を総合的に評価することが可能となる。代表的な研究事例としては、森杉らによる一連の研究^{5),6)}がある。

住民意識を用いる場合の問題としては、次のような点が挙げられる。

- ① 最終出力が住民の意識量の変化であるため、単位の異なる評価結果との総合化が困難である。
- ② 地域をいくつかのゾーンに分割し、ゾーン内で住民の意識と施設量との関係を分析するため、ゾーンの大きさの設定により結果が異なることがある。

資産価値の変動を用いる方法は、生活環境を構成しているすべての施設が資産価値に転移するとは限らないという問題点がある。

本研究は、(1)の住民意識を用いて生活環境施設整備の効果を計測し、総合評価を行う際に(3)の社会的費用・便益の概念を適用する。これにより、住民意識を

用いる場合の問題点である単位の異なる評価結果の総合化が可能であり、また2番目の問題点であるゾーンの大きさの影響に関しては、ゾーンの大きさを、対象とする施設の規模より小さく設定し、施設からの距離を考慮した距離抵抗係数を導入することにより解決している。特に対象施設がショッピングセンターや公園等のある規模をもった施設の場合は、ゾーンに集計する必要はなく、その規模と位置を入力することになる。

3. 本研究の考え方とシステムの説明

本研究は、生活環境施設の整備が地域全体の生活環境に及ぼす影響を計測し、総合評価を行うことが目的である^{7)~9)}。ここで対象としている生活環境施設とは、商店や公園といった日常的に利用される施設であり、したがってその影響圏もごく日常的な行動範囲内とする。このような施設が新たに整備された場合、その効果を計測するための方法としては、地域住民の生活環境に対する意識を通して計測する。しかし、前述したように住民意識の変化を貨幣単位で評価することが要求されることがあるため、図一1に示すように開発行為から総合評価までを4段階のレベルに分割し、生活環境施設の整備効果を計測する。

図一1は、環境影響評価手法の1つであるマトリックス・ネットワーク法¹⁰⁾（以下、M・N法とする）を改良したものであり、大きく2つの流れから構成されている。1つは、施設整備の効果を直接住民意識の変化として捉えるものと、1つは住民意識の変化を価値意識に変換し、貨幣単位で評価するものである。これは、ある開発行為が複数の異なる評価尺度を含む場合、統一的尺度による総合評価を必要とすることがあるためである。図一1で、開発行為とは、商店の整備や公園の設置といった直接的な政策を表わし、環境要因とは、生活環境を構成している種々の施設の物理的指標を意味している。また評価要因とは、環境要因に対する住民の意識（満足度）を表わす。以下、各要素についての説明を行う。

(1) 開発行為による環境要因の変化（レベル1）

レベル1では、開発行為とそれに伴い直接的に変化する施設の物理的量との関係をマトリックス P （式(1)）で表示する。

$$P_1 = \begin{matrix} & \text{環境要因} \\ \text{開発行為} & \begin{bmatrix} p_{11} & \dots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & \dots & p_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \dots \dots \dots (1)$$

p_{ij} ：開発行為(i)による環境要因(j)の変化

式(1)の行は、商店の整備や公園の設置といった開発行為を表わし、列は、それによって直接変化する施設

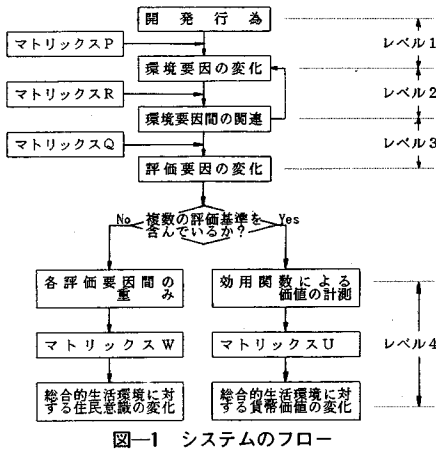


図-1 システムのフロー

の物理的量を表わしている。その両者の関係は、既存資料や設計図書より求める。次に式(1)の各列を合計することにより、各環境要因の変化後の値が式(2)より求まる。式(2)の右辺第1項が、各環境要因の変化前の値を、第2項が開発行為により直接変化する環境要因の値を示している。

$$P = P_0 + P_1 = [p_1 \dots p_j \dots p_n] \dots \dots \dots (2)$$

$$P_0 = [p'_1 \dots p'_j \dots p'_n]$$

$$P_1 = [p''_1 \dots p''_j \dots p''_n]$$

p'_j : 環境要因(j)の初期値

p''_j : 環境要因(j)の変化量 ($= \sum_{i=1}^m p_{ij}$)

(2) 環境要因間の関連 (レベル2)

式(2)で求められた環境要因を実現しようとするとき、その限られた利用可能空間や諸施設との有機的連関のために他の環境要因に影響を及ぼす場合がある。たとえば商店街を整備することによる自動車交通量の増加や道路の整備による騒音・排ガス等である。このように環境要因間の関連をマトリックスRで表現する。

$$R = \begin{matrix} & \text{環境要因} \\ \text{環境要因} & \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \dots \dots \dots (3)$$

r_{ij} : 環境要因(i)が環境要因(j)に及ぼす影響

マトリックスRの値は、既存資料や調査および設計図書等より求める。この場合の r_{ij} の値は、要因間の一次影響だけでなく二次以降の波及効果も含んだものである。式(2)、式(3)より最終的な環境要因の値は、式(4)のように求めることができる。

$$A = P \cdot R = [p_1 \dots p_n] \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

$$= [A_1 \dots A_i \dots A_n] \dots \dots \dots (4)$$

A_i : 最終的な環境要因(i)の値

(3) 環境要因と評価要因との関係 (レベル3)

レベル3では、開発行為による環境要因の変化が、評価要因(住民の意識の変化)に及ぼす影響を計測する。方法としては、前述したように環境要因と評価要因との関係を統計的に処理し、その間にある関数関係を仮定することにより計測を行う。この場合、評価要因の変化は環境要因の規模(大きさ)とその要因までの距離に影響を受けるため、式(5)のように評価関数を仮定する。

$$Y_k = f(X_1^i \dots X_q^i \dots X_n^i) \dots \dots \dots (5)$$

$$X_q^i = \sum_{j=1}^M \frac{A_j^i}{\exp(\lambda d_{ij})}$$

Y_k^i : ゾーン(i)(または個人)の評価要因(k)の値

X_q^i : ゾーン(i)における環境要因(q)の修正値

(以下、修正環境要因とする)

A_j^i : ゾーン(j)の環境要因(q)の物理量

d_{ij} : ゾーン(i)とゾーン(j)との実距離(または時間距離)

λ : 距離抵抗係数

M: ゾーン数

式(5)の修正環境要因 X_q^i は、ゾーンまたは個人(i)が対象地域内の環境要因(q)からの全影響(規模に比例し、距離に逆比例)を表わしており、この値が評価要因 Y_k^i に影響を与えるものとする。

式(5)の評価関数の作成は、図-2に示す手順に従って行う。

- ① 生活環境を構成している環境要因の抽出を行う。
- ② 調査対象地区を設定し、環境要因の現地調査を行う。
- ③ 調査対象地区をいくつかのゾーンに分割し、環境要因の集計を行う。
- ④ ①で抽出した環境要因により影響を受けるものと思われる評価要因を作成する。
- ⑤ ②と同様に対象地区内の住民を対象として、各評価要因に対する満足度を、不満から満足までを4段

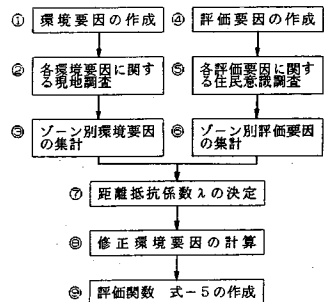
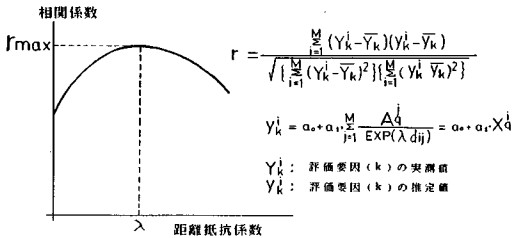


図-2 評価関数の作成手順

表—1 評価要因の意識調査項目例

問 日常買い物に行く商店、スーパーまでの距離はどうですか。	1. 遠い 2. やや遠い 3. 近い 4. 近い
問 その商店、スーパーの規模に対して満足していますか。	1. 不満 2. やや不満 3. 満足 4. 満足
問 その商店、スーパーは、週に何回ご利用しますか。	() 回利用



図—3 距離抵抗係数 λ の決定

階（または5段階）に分類した尺度を用い調査を行う（表—1参照）。

- ⑥ ⑤で得られた結果をゾーン別に集計し、各ゾーンの平均得点を算出する。非集計型の評価関数を作成する場合は、ゾーン別の集計は行わない。この場合、評価要因間の独立性の検証を行う必要がある。
- ⑦ 距離抵抗係数(λ)は、評価要因(Y_k^i)と修正環境要因(X_k^d)との単回帰分析により、それぞれの相関係数が最大となるように決定する（図—3参照）。したがって、λは式（6）のように表現される。この場合、λの値が大きいということは、環境要因の影響範囲が相対的に狭く、逆に小さい場合はその影響範囲が広いことを意味している。

$$\lambda = \begin{matrix} & \text{修正環境要因} \\ \text{評価要因} & \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \dots & \lambda_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \lambda_{m1} & \dots & \lambda_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \dots (6)$$

λ_{kq} : 評価要因(k)と修正環境要因(q)との距離抵抗係数

- ⑧ 修正環境要因 X_k^d は、⑦で λ を求めた際に評価要因と修正環境要因との相関係数が最大になったときの値とする。
- ⑨ ⑥で求められたゾーン別の評価要因の得点を目的変数に、⑧で算出された修正環境要因を説明変数に取り、評価関数を作成する。評価関数として一般的には種々の曲線を用いて回帰分析を行い、最も適合度のよい曲線をもって評価関数を決定するが、本論文では、ロジスティック曲線を採用する。これは評価要因の得点の上下限値を考慮するためである。

以上の操作により、すべてのゾーン（または個人）に

対する評価要因別の値は式（7）より求められる。

$$Q = [q_1 \dots q_k \dots q_i] \dots (7)$$

$$q_k = \sum_{i=1}^M Y_k^i$$

(4) 評価要因の総合化（レベル4）

生活環境の総合評価に対する各評価要因の重みが異なるため、式（7）で求めた値を単純合計し、総合評価値とすることはできない。本節では、図—1に示したように2つの考え方を採用し、評価要因の総合化の方法について述べる。1つは、各評価要因に重みを設定し、その重みと式（7）で求めた評価要因の値の積和を総合評価値とする方法である（式（8）参照）。

$$X = W \cdot Q = [w_1 \dots w_k \dots w_i] \cdot \begin{bmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_k \\ \vdots \\ q_i \end{bmatrix} \dots (8)$$

w_k : 評価要因(k)の重み

この場合、各評価要因の重み(w_k)の設定方法としては、次の方法が考えられる。

- ① 住民に直接評価要因の重みを質問する方法。
 - ② 生活環境に対する総合評価値を外的基準とし、各評価要因を説明変数として数量化理論第Ⅱ類を適用し、そのレンジを用いる方法。
 - ③ 生活環境に対する総合評価値を目的変数に、各評価要因を説明変数として重回帰分析を適用し、その偏回帰係数を用いる方法。
- ①は、開発行為の規模が大きく、評価要因の値が大きく変化する場合に有効であり、②、③は、その規模が小さい場合に有効である。

2番目の方法は、効用関数を用いて評価要因の変化を貨幣価値の変化に変換するものである。ここでは、環境要因の変化に対する個人の効用の増減を等効用の貨幣量に換算し、金銭的尺度により総合評価を行う。本研究では、効用変化の貨幣換算方法として等価的偏差(Equivalent Variation: EV)の概念を用いる。EVとは、世帯の効用の変化を貨幣単位により表現したものである。

いま、個人の効用(U_i)が、一般合成財の購入量(Z_0)と評価要因(Y_k^i)により決定されるものとすれば、効用関数は式（9）により表現される。

$$U_i = U_i(Z_0, Y_1^i, Y_2^i, \dots, Y_k^i, \dots, Y_n^i) \dots (9)$$

式（9）で定義された効用関数の推定は、以下の手順で行う。

- ① 一般合成財(Z_0)として住宅地価格を採用する。
- ② 調査対象地区の居住者(i)に対し、環境要因(q)の[物理量(A_k^i)と距離(d_{ij})]と住宅地価格(Z_0)の異なる宅地A、Bを提示し、一対比較法によりそ

表-2 住宅地選好の対比較法

E. もし、下に示すような条件の土地があったとしたら、いくらくらいの値段をつけますか？

<条件> ・東南角地、敷地面積 60坪 ・前面道路の幅員 7m ・エンドー将監店まで徒歩 7分 ・将監池(沼)まで徒歩 10分 ・駐寄りバス停まで徒歩 15分	
---	--

<参考資料>昭和60年における将監地区の代表的地価は1㎡あたり60,000円です。

下に値段をご記入ください。 _____万円・・・・・・①

([印] E) 今、始めの条件を満たす土地をA地といたしまして、エンドー将監店までの所要時間と価格だけが異なっていて、他の条件は全く変わらないB地があるといえます。その時、あなたはA地、B地のどちらを選びますか？

A地	A地を選ぶ	どちらともいえない	B地を選ぶ	B地
(a) エンドー将監店まで徒歩10分以内、価格はA地より高い			○	エンドー将監店まで徒歩2分以内、価格はA地より低い
(b) #		○		エンドー将監店まで徒歩2分以内、価格はA地より高い
(c) #	○			エンドー将監店まで徒歩2分以内、価格はA地より高い
(d) #	○			エンドー将監店まで徒歩40分以内、価格はA地より高い

上のように表中の、「A地を選ぶ」、「どちらともいえない」、「B地を選ぶ」のまず目のどれか1つに○印をつけてください。

それぞれに「A地を選ぶ」「どちらともいえない」「B地を選ぶ」の3つの選択肢の中から1つの解答を求める(表-2参照)。

- ③ ②で提示した環境要因の値(A_{ij}とd_{ij})を式(5)に代入し、各評価要因の値Y_kⁱを求める。
- ④ 効用関数型としては、式(10)に示すような線形式を用いる。

$$U_i = a_0 Z_0 + a_1 Y_1^i + \dots + a_k Y_k^i + \dots \dots \dots (10)$$

Z₀: 住宅地価格
 Y_kⁱ: 個人(i)の評価要因(k)の値
 a₀, a_k: パラメーター

- ⑤ 式(10)の効用関数を確率変数とし、その誤差項に種々の分布形を適用することにより、プロビットモデルやロジットモデルが導出される。これまでの研究において両者とも同じ程度の精度であるため、取扱いが容易なロジットモデルを採用し、そのパラメーターの推定には最尤法を使用する。

以上の結果、式(10)より評価要因(k)の単位当たりの社会的便益は式(11)のように表現される。

$$U = [u_1 \dots u_k \dots u_n] \dots \dots \dots (11)$$

u_k = a_k / a₀
 u_k: 評価要因(k)の単位当たりの社会的便益
 a₀: 一般合成財(地価)Z₀のパラメーター
 a_k: 評価要因(k)のパラメーター

したがって、貨幣単位による総合評価値(社会的費用・社会的便益)X'は式(8)と同様に、式(11)のマトリッ

クスUと式(7)のマトリックスQとの積和として求められる。

$$X' = U \cdot Q = [u_1 \dots u_k \dots u_n] \cdot \begin{bmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_k \\ \vdots \\ q_l \end{bmatrix} \dots \dots \dots (12)$$

4. 適用事例

生活環境施設の総合評価の事例として、宮城県泉市将監団地を取り上げる(図-4参照)。将監団地は、仙台駅から北方約10kmに位置し、昭和45年に開発・分譲され、現在約19000人の人口を有している。

以下、図-1に示したフローに従って生活環境施設の総合評価を行う。開発行為としては、ショッピングセンターの建設を考え、建設位置の選定とそのときの効果について、住民意識と社会的便益の両面から検討を行う。

表-3は、土地利用現況調査に用いた環境要因を、表-4は、生活環境に対する住民意識調査に用いた評価要因を表わしている。調査はいずれも昭和60年10月に同地区で実施し、意識調査の有効サンプル数は399票(回収率89.0%)である。なお効用関数推定のための住宅地選好に関する対比較調査も併せて実施した。

(1) レベル1

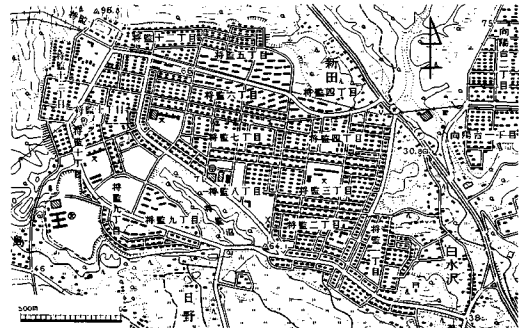


図-4 将監団地の全体図

表-3 環境要因の項目

番号	調査項目	番号	調査項目
A1	一般独立住宅数	A6	広場・駐車場面積
A2	総世帯数	A7	教育施設面積
A3	公園・緑地面積	A8	業務施設面積
A4	体育・文化施設	A9	総道幅員
A5	ショッピングセンター面積	A10	平均道幅員

表-4 評価要因の項目

番号	調査項目	番号	調査項目
Y1	家の建て込みぐあい	Y7	家の前の道路の広さ
Y2	自動車の騒音	Y8	商店までの距離
Y3	近所の人々の声	Y9	商店の規模
Y4	小供の遊び場の安全性	Y10	公園までの距離
Y5	歩く時の安全性	Y11	公園の規模
Y6	自動車の走りやすさ	Y12	総合的満足度

ショッピングセンター建設（敷地面積 15 000 m²）という開発行為により直接影響を受ける環境要因は、ショッピングセンター面積（A_s）とする。したがって式（1）は、

$$P_1 = \begin{bmatrix} A_1 & A_s & A_{10} \\ 0 & 15\,000 & 0 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (13)$$

また同地区には、現在 2 店舗のショッピングセンターがあり、それらの敷地面積は併せて 30 251 m²である。

$$P_0 = \begin{bmatrix} A_1 & A_s & A_{10} \\ \dots\dots\dots 30\,251 \dots\dots\dots \end{bmatrix} \dots\dots\dots (14)$$

式（13）、式（14）より環境要因（A_i）の値は、式（15）のようになる。

$$P = P_0 + P_1 = \begin{bmatrix} A_1 & A_s & A_{10} \\ \dots\dots\dots 45\,251 \dots\dots\dots \end{bmatrix} \dots\dots\dots (15)$$

（2）レベル 2

一般的にショッピングセンターの建設による他の環境要因への影響として、駐車場面積、周辺の自動車交通量の変化が考えられる。これらの関係を表わすのがマトリックス R であるが、本章の目的はシステムの検証であり、マトリックス R を除いても十分有効であると考え、本適用事例では考慮しないものとする。したがって、最終的な環境要因の値は式（16）のようになる。

$$A = P \cdot R = \begin{bmatrix} A_1 & A_s & A_{10} \\ \dots\dots\dots 45\,251 \dots\dots\dots \end{bmatrix} \dots\dots\dots (16)$$

（3）レベル 3

評価要因（表—4）は、表—1 に示したように各項目ごとに 4 段階の意識を調査し、その結果を各ゾーン別に平均し、その値をもって評価要因の得点とした（ゾーン数は 58、1 ゾーン当たりの平均サンプル数は 6.9、1 ゾーン当たりの平均世帯数は 94 世帯）。したがって、評価要因は 1 から 4 までの実数値で表現される。式（16）により環境要因の変化は、ショッピングセンター面積だけであり、これにより影響を受ける評価要因は、商店までの距離（Y₁₃ⁱ）と商店の規模（Y₁₄ⁱ）のみである。事実、他の評価要因との相関を検討したが統計的に有意な結果は得られなかった。またここでは、買い物に対する満足度として新たに Y₁₃ⁱ = (Y₁₃ⁱ + Y₁₄ⁱ)/2、公園に対する満足度を Y₁₄ⁱ = (Y₁₀ⁱ + Y₁₁ⁱ)/2 として評価要因を作成し直した。距離抵抗係数の計算は、環境要因の現状値（A_s = 30 251 m²）を用いて各ゾーン（i）の修正環境要因（X₅ⁱ）を求め、Y₁₃ⁱ と X₅ⁱ との単回帰分析よりその相関が最も高くなるように λ_{13,5} の値を計算すると式（17）のようになる。ただしショッピングセンター面積は 10 m² 単位、距離は km 単位である。

$$\lambda = Y_{13} \begin{bmatrix} X_5 \\ \dots\dots\dots 1.25 \dots\dots\dots \end{bmatrix} \dots\dots\dots (17)$$

次に評価関数は、式（18）に示すロジスティック曲線を

採用した。

$$Y_{13}^i = 1 + \frac{3}{1 + \exp(\alpha_0 + \alpha_1 X_5^i)} \dots\dots\dots (18)$$

$$X_5^i = \sum_{j=1}^M \frac{A_s^j}{\exp(1.25 d_{ij})}$$

A_s^j：ゾーン（j）のショッピングセンター面積の現状値（10 m² 単位）

d_{ij}：ゾーン（i）とゾーン（j）の実距離（km 単位）

式（18）の評価関数は非線形であるため、式（18）を線形式に変形し回帰分析を適用したのでは、パラメーターの値が最良推定値とならない。したがって、ここではパラメーターの推定に Newton-Raphson 法を適用し、繰り返し計算によりその値を求めるものとする。図—5 は、横軸に修正環境要因の現状値（X₅ⁱ）を、縦軸に評価要因（Y₁₃ⁱ）の値をプロットしたものであり、実線は式（18）による回帰式を表わしている。

（4）レベル 4

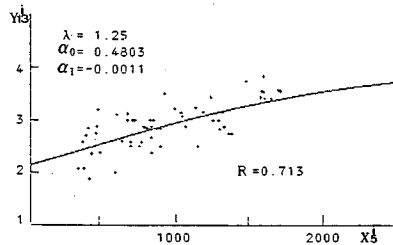
マトリックス W は前述した③の方法、つまり生活環境に対する総合評価値を目的変数に、各評価要因を説明変数として重回帰分析を適用し、その偏回帰係数の値を各評価要因の重みとする（式（19））。

$$W = [0.022, 0.808, \dots, 0.716, 0.699] \dots\dots\dots (19)$$

次にマトリックス U の作成は、表—2 に示したようにショッピングセンターまでの距離と住宅地価格の異なる宅地 A、B を提示し、一対比較法によりデータを収集した。この中からすべての回答がどちらかに片寄っているもの（A 地または B 地のみ選択）と「どちらともいえない」と回答したものを除いた 756 サンプルを使用し、Logit モデルにより効用関数（式（10））のパラメーターを推定した（表—5 参照）。

したがって、マトリックス U は式（20）のようになる。

$$U = [\dots\dots\dots u_{13} \dots\dots\dots u_{14} \dots\dots\dots] \dots\dots\dots (20)$$



図—5 買い物への便利さに関する評価関数

表—5 効用関数の推定結果

変 因	係 数 値	t 値
住宅地価格(万円/200m ²) Z ₀	β ₀ = -0.0185	5.858
買い物に対する満足度 Y ₁₃	β ₁₃ = 1.9660	2.509

R² = 0.3286 的中率 79.7%

以上の結果を用いて、ショッピングセンター（敷地面積 15 000 m²）の建設位置の選定とそのときの総合評価値（ X ：式（8）， X' ：式（12））を求める。図-6は、建設地点の代替案 A，B を示しており、A 案は現在ある 2 店の中間に建設する場合、B 案は団地の西端に建設する場合である。図-7は、建設前の Y_{13} （式（18））の値のコンターを示しており、そのときの総合評価値は式（8）より、 $X=7418$ である。図-8は A 案を実施した場合の Y_{13} のコンターで、図-9は B 案を実施した場合の結果である。変化後の総合評価値はそれぞれ 8 197，8 063 と実施前に比べ上昇しているが、A 案の方がその効果がより大きいことがわかる。図-10は、A 案を実施した場合の社会的便益（増加分）のコンターを示しており、式（12）より総合評価値は全対象地域（2 500 m×1 500 m）で $X'=58$ 億 3 037 万円で、図-11は B 案を実施した場合の結果で、 $X'=48$ 億 2 531 万円となっている。これは標準宅地面積を 200 m² として個人

の享受する平均便益額に換算すると、A 案で 31.1 万円、B 案で 25.7 万円となる。つまりショッピングセンターの建設により 1 550 円/m²，1 290 円/m² の社会的便益を受けることになる。なお同地区の昭和 60 年の公示地価は約 6 万円/m² である。

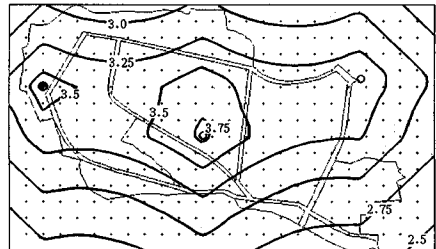
ショッピングセンターの建設の効果を、住民意識の変化と社会的便益の両面から検討したが、本計算事例の場合ショッピングセンターの建設地点としては、両手法の結果とも A 案の方がより効果が大きいことがわかった。しかし、建設費用や地価を考慮した場合は、社会的便益による絶対比較が必要であり、その場合 2 つの総合評価の結果が必ずしも一致するとは限らない。

5. 結論および今後の課題

本研究は、住民意識を導入した生活環境施設の整備効果の計測・評価手法について検討を行った。生活環境施設の開発行為から総合評価までのシステムの基本構造は

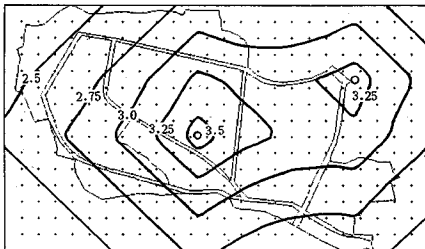


図-6 ショッピングセンター建設代替案



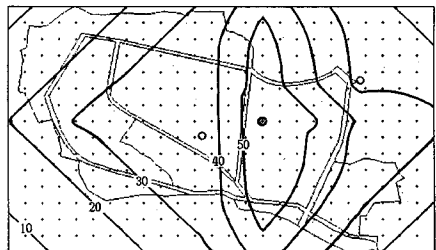
総合評価値： $X = 8062.970$

図-9 B案を実施した場合の満足度コンター



総合評価値： $X = 7417.840$

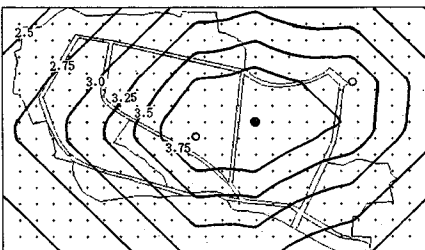
図-7 建設前の満足度コンター



開発便益額： $X' = 583037.000$ 万円

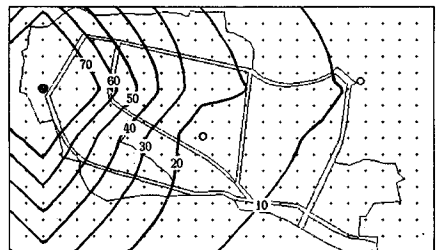
(単位 万円)

図-10 A案を実施した場合の 200 m² 当たりの便益額コンター



総合評価値： $X = 8197.310$

図-8 A案を実施した場合の満足度コンター



開発便益額： $X' = 482531.000$ 万円

(単位 万円)

図-11 B案を実施した場合の 200 m² 当たりの便益額コンター

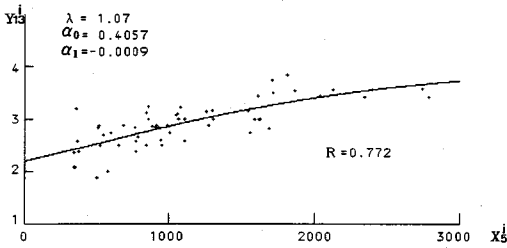


図-12 利用頻度を考慮した評価関数

M・N法に基づくものであるが、評価関数の作成(レベル3)と総合評価(レベル4)に本研究の特色がある。つまり評価関数の作成における修正環境要因の導出と総合評価における2つの評価方法の提案である。特に住民意識の変化を価値意識の変化として捉えることにより、評価尺度の異なる開発行為を含む場合の総合評価を貨幣単位で評価することが可能となった。本研究で得られた主な結論は以下のとおりである。

(1) 図-1に示したフローにより生活環境施設の開発行為から総合評価までをシステムとして捉えることができる。

(2) 修正環境要因を用いることにより、施設までの距離とその規模を考慮することができ、施設の立地地点の選定やその影響の空間的变化を捉えることが可能である。

(3) 総合評価に効用関数を用いることにより、従来は評価が困難であった複数の評価尺度を含む開発行為の総合評価が可能である。

(4) したがって、評価の目的に応じ本研究で提案したシステムの総合評価の方法を使い分けることにより、施設整備の効果分析をより広範に行うことが可能となった。つまり効果の相対比較が目的の場合は、住民意識による総合評価を、絶対比較が必要なときは効用関数を適用し貨幣単位に変換することにより同一尺度による総合評価が可能である。

次に本研究の問題点と、それに関する現段階での対応策について述べる。

(1) 生活環境施設に対する住民の評価は、個人属性やその施設の利用頻度により異なる場合がある。個人属性の影響は、従来より行われているように属性別に評価関数を作成する方法や、非集計型の評価関数を用いることにより対応が可能である。利用頻度の影響は、修正環境要因に利用頻度を付加することによりその影響を考慮することが考えられ、その結果の一例を式(21)に示す。

$$X_i^2 = \sum_{j=1}^m \frac{A_j^2 \cdot H_i}{\exp(1.07 d_{ij})} \dots\dots\dots (21)$$

H_i : ゾーンまたは個人(i)の利用回数率(=利用回数/平均利用回数)

式(21)を用いて、買い物に関する満足度の評価関数を計算すると図-12のようになり、図-5に比較して明らかに精度が向上していることがわかる。

(2) 効用関数を用いて、評価要因と一般財との代替性により評価要因の貨幣換算を行っているが、要因によっては一般財との比較が困難な場合がある。これには調査方法の問題点と住民の価値意識の問題点が含まれている。この対応策としては、以下の方法が考えられる。

いま、買い物に対するマトリックス U の値が調査の結果判明しており(式(20)参照)、公園の便利さに対する調査は不可能とする。この場合、式(19)に示した買い物と公園に対する重みより、 U_{14} の値を次の方法で求める。

$$U_{14} = U_{13} \times w_{14} / w_{13} = 103.8 \dots\dots\dots (22)$$

式(22)の方法で求められた結果に対しての妥当性については、実際に評価可能な要因を複数調査して検証する必要がある。

(3) 本研究の中で報告した適用事例の評価関数のパラメーターの値やマトリックス W 、マトリックス U の地域間転用性の問題がある。これらの値は地域の生活環境施設の整備水準により異なるものと思われる。したがって、対象地域ごとに調査を行い、各パラメーターを算出する必要がある。この問題に関しては参考文献3)にもあるように地域格差を考慮した評価方法の研究が必要となる。

最後に本研究を実施するにあたり、適切な助言をいただきました東北大学 稲村肇助教授、徳永幸之助手、調査に協力していただいた東北大学工学部土木工学科土木計画学研究室の卒業生を初め、学生諸氏に対し感謝の意を表します。なお、本研究の実施にあたり、文部省科学研究費(一般研究(c), No.60550369, 代表:須田 熙)の補助を受けたことを記す。

参 考 文 献

- 1) 吉川・細見:都市開発のための生活環境の総合評価法に関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, No.204, pp.107~119, 1972.8.
- 2) 青山・壁谷:生活環境評価関数への改良型GMDHの適用, 土木計画学研究発表会講演集, No.5, pp.269~272, 1983.1.
- 3) 青山・近藤:地域格差を考慮した都市の生活環境施設の評価手法に関する基礎的研究, 都市計画学会学術研究論文集, No.20, pp.193~198, 1985.11.
- 4) 肥田野・中村・荒津・長沢:資産価値に基づいた都市近郊鉄道の整備効果の計測, 土木学会論文集, No.365/IV-4, pp.135~144, 1986.1.
- 5) 森杉・阿佐・岩瀬:騒音被害費用におけるCV, EVとの相違を考慮した計測手法に関する研究, 土木計画学研究

- 発表会講演集, No. 5, pp. 273~283, 1983. 1.
- 6) 森杉・大島：濁水頻度の低下による世帯享受便益の評価法の提案, 土木学会論文集, No. 359/Ⅳ-3, pp. 91~98, 1985. 7.
- 7) 長沢・湯沢・須田：マトリックス・ネットワーク法による生活環境評価, 土木学会年次学術講演会概要集Ⅳ, No. 39, pp. 247~248, 1984. 10.
- 8) 長沢・湯沢・須田：生活環境の計量化手法の開発, 土木学会年次学術講演会概要集Ⅳ, No. 40, pp. 273~274, 1985. 9.
- 9) 長沢・湯沢・須田：社会的便益・費用による生活環境の計量的評価手法の開発, 土木計画学研究発表会講演集, No. 8, pp. 275~282, 1986. 1.
- 10) 中村・稲村・岡本・大槻：システム・マトリックスによる環境アセスメント, 土木学会論文報告集, No. 248, pp. 111~120, 1976. 4.
- (1986. 3. 28・受付)
-