

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*

DEVELOPMENT OF EVALUATION METHOD USING SOCIAL BENEFITS AND COSTS
IN THE COMMUNITY ENVIRONMENT

長沢 宏**・湯沢 昭***・須田 薫****

By Hiroshi NAGASAWA, Akira YUZAWA, Hiroshi SUDA

Estimation of the effects of infrastructure for industry, such as highways and ports, are carried out by using C-B Analysis or I-O Analysis. On the contrary, the evaluation models of the effects of infrastructure for private sectors, such as store, park, etc., are not always established up to this time. There are two ways to evaluate effects of that.

1) Evaluation is made by the satisfaction levels that is specified by the inhabitant's opinion.

2) Estimation is made by Social benefits and costs measured in monetary terms.

This paper discusses a combined model of two different ideas, above mentioned. Firstly, the satisfaction levels for shopping are estimated by using Matrix-Network Method already developed in author's latest paper. Secondly, Social benefits and costs are estimated in terms of money by using the theory of utility function.

1. はじめに

地域開発プロジェクトは、現在でも公共投資に依るものがまだまだ多いのが現状である。公共投資は本来、国民生活に重大な不都合を生じさせるような非収益性、非排除性の2つの特性を有した純粋公共財の供給を政府公共機関が計画的に行うものである。ところが、近年、投資量の不足により純粋公共財の範ちゅうに入らないものまでが、その対象となっている。例えば、利用者が料金を払って使用する国鉄や高速道路、公団住宅などがそれである。これ

らは政府公共機関だけでなく、民間で経営される場合もある。つまり、企業ベースに十分乗り得るということである。この段階で先に挙げた2つの特性は満足されなくなっている。受益者負担というシステムは、プロジェクトの採算性という側面からの要求に答えたものである。プロジェクトの適否を判断する際に、この採算性という側面も大きな要因となっているが、公共性を帯びた施設であればあるほど、公共投資の本来の姿である社会的・地域的有用性をより重視すべきではないかと思われる。

さらに、A. C. ピグーによれば、彼の著書である「厚生経済学」の第2部において私的限界純生産物と社会的限界純生産物の剥離の問題が取り上げられている。社会的限界純生産物とは、資源の限界増加分によって生ずる純生産物全体を指し、私的限界

* キーワード：意識調査分析、環境
** 学生会員 東北大学大学院工学研究科
*** 正会員 東北大学工学部助手
**** 正会員 工博 東北大学工学部教授
(〒980 仙台市荒巻字青葉)

純生産物は、資源の限界増加分によって生ずる純生産物全体のうち、個別経済単位に帰属する部分という。現代経済学は、社会的限界純生産物と私的限界純生産物とは互いに等しいという前提のもとに進められている。ところが、個人の庭木が周辺の環境改善に役立ち、私有林の植林が地下水の増加や防風林として役立つような場合がある。このような時には社会的限界純生産物が私的限界純生産物より大きくなる。また、住宅地域に立地した工場が環境を悪化させ、その損害の補償が行なわれないままにある場合がある。この時には、社会的限界純生産物が私的限界純生産物より小さくなる。これが社会的限界純生産物と私的限界純生産物の剥離の問題である。そこで、この問題を解決するために、前の例では社会的便益という概念を、後の例では社会的費用という概念を導入する必要性が生まれてくる。⁷⁾

現代経済学においては従来、社会的便益・社会的費用の概念が導入されていなかった。それは、社会的便益・社会的費用が市場価格を通して的確に計測することができなかったためである。そこで、本研究はこの社会的便益・社会的費用を市場価格を通して計測しようとするものである。

2. 本研究の方針

本研究においては、地域開発を生活関連施設整備のみに限定し、その影響圏もごく日常的な生活行動範囲にとどめることにする。本研究では、ある生活関連施設整備が実施された場合、実施後地域がどのような影響を受けるのかを地域住民の意識状態を通して捉えることを考えた。ところが、プロジェクトの評価を行う場合、住民意識という尺度はまだ一般的に認められている尺度とは言えず、プロジェクトによるすべての影響を考慮した上での総合評価を行うことは不可能であると言える。そこで、本研究は現在、最も一般的であり、汎用性の広いと思われる貨幣という尺度に着目し、住民意識というフィルターを通して計測した要因を貨幣単位に変換した上で、統一的金銭尺度によるプロジェクトの総合評価を目

指すものである。

本研究では評価手法として、住民意識と生活環境を構成する諸要因との関連構造を明確にするため、マトリックス・ネットワーク法（以下、M・N法とする）を用い、さらに社会的便益・社会的費用を計測する方法として効用関数による評価を用いる。

3. 従来の研究と本研究の理論的検討

ある建設プロジェクトが実施された場合の生活環境影響の評価手法に関する研究は、従来から様々なアプローチが試みられてきた。それらの研究の流れを大別すると図-1のようになる。以下、それぞれの手法ごとに個別にその特徴を本研究のシステムとの理論的比較を交えながら列挙していくことにする。

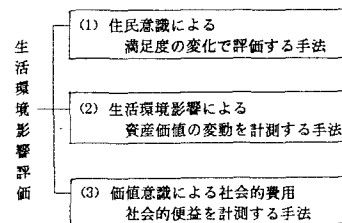


図-1 評価手法分類

(1) 住民意識による満足度の変化で評価する手法^{1), 2)}

この手法はまず、生活環境の快適性・安全性・利便性を構成すると思われる要因に対する地域住民の満足度を意識調査により聞き、さらに、生活環境を構成している様々な物理的指標を調査する。この2種のデータの関連を住民意識の満足度を目的変数に、物理的指標を説明変数とした重回帰分析などにより明らかにする。ここに導出された生活環境評価関数を用いて、物理的指標が変化した場合の地域住民の満足度の変化を予測し、この予測値によって、建設プロジェクトの効果を評価しようとするのが本手法の基本姿勢である。しかし、本手法では複数次代替案の相対的評価はできるものの、住民意識という尺度が現在確立されていないということも手伝って、それがどれくらいの価値を持つものかは評価しきれな

いという欠点を持つ。

一方、環境アセスメント手法の1つにシステム・マトリックス法があるが、これはある開発行為が実施された場合、ある環境構成要素（例えば、水質濁度）が一次的に変化し、それに連関して様々な要素が波及的に変化する（例えば、生態循環）。このような過程をシステムとして捉え、ある開発行為の引き起こす生活環境影響を総合的に評価しようとする手法である。

本研究のシステムにおいてその一部を構成するM・N法は、このシステム・マトリックス法を生活環境に転用し、住民意識という指標を組み込み、先の住民意識による満足度の変化で評価する手法を基本的柱として作成したものである。

（2）生活環境影響による資産価値の変動を計測する手法⁵⁾

（1）の手法の欠点は、住民意識という尺度がまだ一般化されていないという点にあった。そこで、一般に用いられている尺度によって評価すべきであるという要請が生じ、その尺度として採用されたのが貨幣タームであり、市場価格として現存する資産価値を用いた本手法が生まれてきたのである。

本手法は、開発行為が実施された場合に資産価値へ転移すると思われる要因を抽出し、この要因を独立して組み込んだ地価関数を構築し、どの程度の効果がどれくらいの期間に資産価値に転移するかを把握しようとするものである。ここで重要なことは、生活環境変化が起こった場合にどのような要因が資産価値に転移するか、また生活環境変化を総合的に評価しようとした場合、資産価値の変動で表現できる部分は本来の評価よりも下回るのではないかとということである。これは、市場価格として表現できる要因のみを考慮の対象としていることに起因していると思われる。

（3）価値意識による社会的便益・社会的費用を計測する方法^{3), 4)}

（2）の手法により、貨幣タームという尺度での生活環境影響の評価の可能性が示された。と同時に、市場価格では表現しきれない要因も考える必要性を

も明らかになった。

本手法の思想的背景には、K. W. カップやW. ミハルスキーによって展開された社会的費用論がある。これは例えば、GNPのような現代経済学において国民の生活水準を測る経済的指標があるが、このGNPは市場価格によってのみ測られるものである。ところが、経済活動によって生み出されるものには、市場価格によっては計測が困難な公害、ないしは環境破壊等がある。もし、これらが的確に計測されるならば、GNPは大きく修正され、GNPの増大がそのまま国民生活の真の豊かさを意味するとは言いきれなくなるのではないかということを論じているものである。

本手法の概要を簡略に示すならば、ある財の生産によって生じる社会的便益・社会的費用がその生産者ではなく、消費者に還元・負担されるという仮定のもとに、まず、社会的便益・社会的費用を誘発すると思われる要因と他財（市場価格で表現できるもの）との選好関係に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便益・社会的費用をも考慮できる効用関数を構築し、社会的便益・社会的費用を誘発する要因と他財との代替性を通して、社会的便益・社会的費用を計測する。

このように、本手法はプロジェクトの評価に対して従来用いられてきた費用便益分析の中に、プロジェクトによる生活環境影響の評価を組み入れることによって、プロジェクト実施によるすべての変化を貨幣タームという統一的尺度で評価することを目標としたものである。

本研究のシステムにおけるM・N法以下の部分はこの手法を基礎として考案されたものであるが、社会的便益・社会的費用を誘発する要因として住民意識による満足度を採用している。これの理論的根拠は次の通りである。

今までの価値意識による手法では社会的費用を誘発する要因として、例えば騒音レベル(dBA) などという物理的要因を用いている。しかし、効用関数を構築する際、仮に個人の所得と騒音レベル(dBA) によって個人の効用が決まるとし、下式のような形で

効用関数を定義する。

$$U = \alpha_0 + \alpha_1 I - \alpha_2 D \cdots (1)$$

U : 個人の効用

I : 個人の所得

D : 騒音レベル (dBA)

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$: パラメータ

この時、所得の変化が効用の変化に線形的に影響することは十分考えられる。しかし、評価対象地域が住宅地である限りは騒音レベルが増大すれば、効用は下がるであろうが、そこにはある下限が存在するであろう。

従って、社会的便益・社会的費用を誘発する要因を上式のように線形で考えるには無理がある。そこで、本研究ではその一手法として後述するようなロジスティック曲線を用いて、社会的便益・社会的費用を誘発する要因を非線形に変換した。

4. 本研究のシステムの説明

(1) 概要

図-2は本研究のフローチャートを示したものであり、①の流れがM・N法にあたり、②の流れが社会的便益・社会的費用の計測手法になる。本研究がこの2つの流れを有するのは、主眼がプロジェクトの統一的尺度による評価手法の構築であることに起因する。

今、プロジェクトとして公共的性格の強い公園の設置を考えてみる。この場合の評価基準としては、地域住民の公園の利用に対する満足度を最大にする位置に公園を設置することが考えられる。従って、それを貨幣タームに変換して評価する必要性はなく、住民意識による満足度を用いたプロジェクトの相対評価で事足りる。ところが、利害集中をもたらすような施設の整備を含み、各開発行為により評価基準が異なる場合には、統一的尺度による総合評価を行うために満足度を貨幣タームに変換する必要がでてくる。

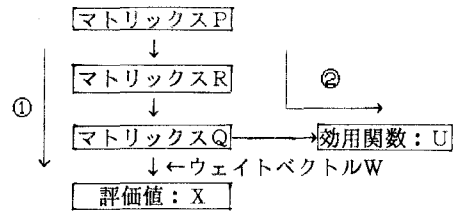


図-2 本研究のフローチャート

このように本研究ではプロジェクトの評価を効率よく、かつ従来評価しきれなかった要因をも考慮した上で行うために図-2に示すような2つの流れを持っている。

以下、M・N法と社会的便益・社会的費用の計測手法の2つに分けて説明を加える。

(2) M・N法の構造^{1), 2), 6)}

(a) 概要

生活関連施設の整備が実施されると、その行為は種々の環境要因の状態を変化させ、続いて評価要因の変化を引き起こす。この整備が行なわれてから、人間もしくは地域社会に影響をおよぼすまでの生活環境変化の複雑な過程を図-3に示すようなシステムに分割して捉え、マトリックスで表示したのがM・N法である。

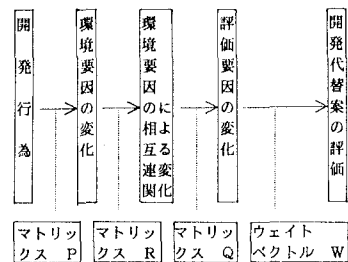


図-3 評価システム

以下、各マトリックスの簡単な説明を加える。

尚、説明に用いている環境要因とは生活環境を構成する様々な物理的指標のことであり、評価要因とは地域住民の生活環境に対する意識のことである。

(b) マトリックスP

マトリックスPは、生活環境になんらかの影響を与える整備行為によって、直接効果が生じるとする

れる環境要因を抽出し、両者の関係を計画主体が既存資料・調査等により検討し、その環境要因がどれだけ変化するかを定量的に表示するマトリックスである。このマトリックスの各成分は、変化後の環境要因の状態量によって構成されている。

(c) マトリックスR

マトリックスRは、直接効果として変化した環境要因の状態量が他の環境要因にどれだけ影響をおよぼすかを表示する、いわば、整備行為による間接効果をカウントするマトリックスである。このマトリックスは間接効果を受け得る環境要因を抽出し、既存資料・調査等より環境要因間の影響の強さを求め、環境要因間の影響行列を作り、すべての環境要因が定常状態に達するまで繰り返し計算を行うことにより作成される。

(d) マトリックスQ

マトリックスQは、上のように変化した環境要因の状態量によって、評価要因がどれだけ変化するかを表示する。換言すると、生活環境の物理的変化が地域住民の意識をどのように変えるかを示すマトリックスで、M・N法の中心をなすマトリックスである。ここでは、環境要因の評価要因変換が主な作業となるが、統計的処理を行うために、この対応関係をなんらかの関数におきかえる必要がある。今、住民意識を導入するという段階ですでに、極限的な問題（例えば、生死に係わるような問題）は対象外となっている。従って、住民意識と環境要因とが指数関係、線形関係を示すとは理論的に考えにくい。人間が居住していればこそ、不満ならば不満なりの下限値、満足ならば、満足なりの上限値が存在すると考えられる。そこで、図-4に示すようなロジスティック曲線を変換関数形として採用することにした。

図-5にマトリックスQのフローチャートを示す。以下、この図に従ってマトリックスQの説明を行う。

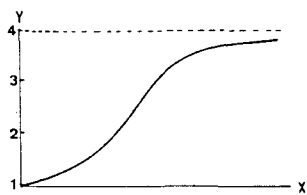


図-4 ロジスティック曲線

①住民意識調査

生活環境の快適性・安全性・利便性に対してアンケート項目を設定し、不満

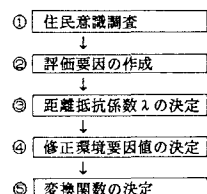


図-5 マトリックスQのフローチャート

から満足までを4段階に分類した尺度を用いて調査を行う。

②評価要因の作成 道路を境界とした適当なゾーンに分割した上で、回収された個人データを集計し、満足度（1～4の値）を算出する。

③距離抵抗係数λの導入根拠と算出

地域住民が、公園・商店等の生活関連施設を評価する場合、それらの規模のみならず、それら施設までの距離も評価に大きく影響していると考えられる。そこで、本研究では施設立地地点*i*と評価者立地地点*j*間の距離*d_{ij}*を考え、環境要因*A_{nj}*を式(2)を用いて修正する。

$$X_{nj} = \sum \frac{A_{ni}}{e^{\lambda d_{ij}}} \cdots (2)$$

X_{nj}: ゾーン*j*における環境要因*n*の修正環境要因

A_{ni}: 地点*i*における環境要因*n*の状態量

λ: 距離抵抗係数

d_{ij}: 地点*i*・*j*間の距離

距離抵抗係数λは、修正環境要因と評価要因との単回帰分析により、それぞれ相関係数が最大となるように決定される。この時、λの値が大きいうことは生活関連施設の影響圏が相対的に狭いということの意味し、λの値が小さいということはその影響圏が相対的に広いということの意味している。

そして、最終的にはすべての評価要因と修正環境要因との組み合わせに対し距離抵抗係数λを決定してマトリックス化する（λマトリックスの作成）。尚、λの値は相対的なものであり、距離*d_{ij}*の単位により異なる。

④修正環境要因の決定

上で決定された距離抵抗係数 λ を用いて、修正環境要因の値を各ゾーンごとにそれぞれ算出する。

⑤変換関数の決定

以上のようにして得られた評価要因を目的変数、修正環境要因を説明変数として、ロジスティック曲線に回帰させる。

(e) ウェイトベクトルWの作成

マトリックスQによって得られた各評価要因の変化の予測値を単に集計して生活環境変化の総合評価を行うことはできない。なぜならば、地域住民が判断を下した評価要因の生活環境全体に対する寄与の度合いが異なるからである。そこで、各評価要因の重みを考慮したのがウェイトベクトルWである。

ウェイトベクトルWの決定方法としては、次に示す3つの方法が考えられる。

- ① 直接、各評価要因の重要性を質問する方法
- ② 生活環境に対する総合評価を外的基準とする数量化理論第Ⅱ類のレンジを用いる方法
- ③ 生活環境に対する総合評価を目的変数、個別評価要因を説明変数とした重回帰分析の標準偏回帰係数をもって、重要度とする方法

(3) 社会的便益・費用の計測手法の構造³⁾

(a) 概要

ここでは、生活環境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て、プロジェクトの統一的金銭尺度による総合評価を可能とすることを考える。

本研究では、効用変化の貨幣換算方法として等価的所得(EV)の概念を用いる。

まず、個人の効用水準Uが一般合成財の購入量Zと環境水準に対する満足度Yによって、式(3)のように示されるとする。

$$U = U(Z, Y) \quad \dots (3)$$

制約式 $PZ + \alpha Y = I$

P：一般合成財の価格

α ：満足度の単位等貨幣換算量

I：家計の貨幣所得

以下、図-6を使用しながら等価的所得導出までの流れを説明していくことにする。

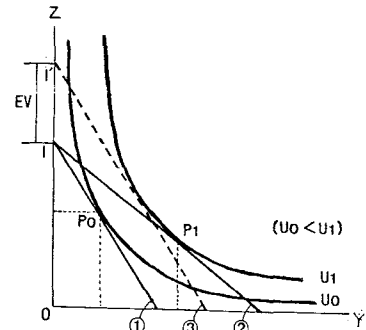


図-6

今、ある個人Aの環境水準が生活環境変化前の時点で E_0 であり、その時点で個人Aの満足度Yは、M・N法により式(4)を用い、 Y_0 と求めたとする。

$$Y_0 = 1 + \frac{3}{1 + e^{f(E_0)}} \quad \dots (4)$$

さらに、Aの貨幣所得がIで、現在 U_0 の効用レベルにいるものと仮定する。

すると、式(4)により、満足度が Y_0 となったため、Aの等所得線は①のように示され、個人が所得制約に従いながら、効用最大化行動をすることを考えれば、図-6に示すように U_0 は描け、その時の効用最大化点は、 $P_0 (Y_0, Z_0)$ となる。

続いて、生活環境変化が起こり、 $E_0 \rightarrow E_1$ になったとする（ここでは環境改善とする）。この時、Aの満足度は式(4)を用いて、

$$Y_0 \rightarrow Y_1 = 1 + \frac{3}{1 + e^{f(E_1)}} \quad \dots (5)$$

と変化する。これに伴い、Aの効用水準も U_0 から U_1 へと移行したとする。この場合、Aの貨幣所得Iは変化前後で不変なことを考えれば、 U_1 に移行

したことにより、Aの等所得線は②のようになり、AはU₁上で、P₁(Y₁, Z₁)なる点で効用最大化行動を起こす。

EVの導出に際し、生活環境変化に対してある個人Aが変化後の効用レベルにとどまりつつ(=U₁の無差別曲線上で)、変化前の状態(=①の等所得線)を保持するとすれば、AはU₁上で③の等所得線に従うということになり、Aの実質所得は向上して図-6に示すようにI'となる。よって、

EV = I' - I . . . (6)

の貨幣量が導き出され、生活環境変化によって生じる社会的便益が計測される。

今の場合は環境改善であったため、社会的便益となったが、環境悪化の場合には、同様の方法で社会的費用が計測される。

5. ケース・スタディ

評価対象地域として宮城県泉市将監団地を取り上げ、大型ショッピングセンターを建設する場合の効果について考察する。使用したデータは、昭和60年10月に同地区において実施した生活環境に対する4段階尺度による意識調査結果(表-1に示す12個の項目)と、土地利用現況調査(表-2に示

表-1 評価要因

評価要因番号	住民意識調査項目
Y1	家の建て込みぐあい
Y2	自動車の騒音
Y3	近所の人々の声
Y4	子供の遊び場の安全性
Y5	歩く時の安全性
Y6	自動車の走りやすさ
Y7	家の前の道路の広さ
Y8	商店までの距離
Y9	商店の品目・広さ
Y10	公園までの距離
Y11	公園の施設・広さ
Y12	総合的満足感

表-2 環境要因

環境要因番号	環境調査項目
X1	一戸独立住宅数
X2	総世帯数
X3	ショッピングセンター数
X4	食料品小売店数
X5	広場・グラウンド数
X6	駐車場数
X7	公園・緑地面積
X8	体育・文化施設面積
X9	ショッピングセンター面積
X10	広場・駐車場面積
X11	教育施設面積
X12	物流施設面積
X13	総道路率
X14	平均道路幅員

す14個の項目)である。

アンケート調査の有効サンプル数は389票である(回収率89.0%)。

(a) マトリックスP

大型ショッピングセンターの建設により、直接影響を受ける環境要因は”ショッピングセンターの面積”：X9だけであるとする。

(b) マトリックスR

X9が変化することによって間接影響を受ける環境要因を”広場・グラウンド数”：X3,”広場・駐車場面積”：X10とする。

(c) マトリックスQ

① 評価要因の作成

個人データを丁目番地単位で集計し、買物に対する満足度としてY8とY9との平均値を採用する(集計サンプル数：58)。

② λマトリックスの作成

買物に対する満足度YとX3, X9, X10とでそれぞれ単回帰分析を行なって、λマトリックスを作成したものが図-7である。尚、X3, X10とYとの間には有効な相関が認められず、λの算出は必要なしという結果を得た。さらに、満足度は1～4までの値で、ショッピングセンター面積 Y [X3 X9 X10
・ 1.25 ・]
は10m²単位、距離はkm単位である。

③ 変換関数の決定

上までのステップで得られた評価要因と修正環境要因を用いてロジスティック曲線回帰を行うと、式

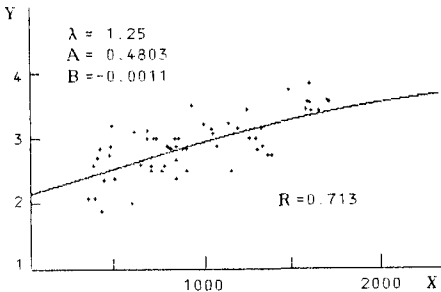


図-8 ロジスティック曲線回帰結果

(7) のような結果を得た。図-8はそれを図示したものであり、図中の点は各標本を示し、Aは回帰曲線の定数項、Bは変数のパラメータである。

$$Y = 1 + \frac{3}{1 + e^{0.4803 - 0.0011X_9}} \quad \dots (7)$$

(d) ウェイトベクトルWの決定

生活環境に対する総合評価を目的変数、個別評価要因を説明変数とした重回帰分析の標準偏回帰係数をもって重要度とする方法を用いると、式(8)が得られる。

$$X = 0.00595Y_1 + 0.21724Y_2 + 0.23895Y_3 + 0.25320Y_4 + 0.26873Y_5 + 0.12067Y_6 + 0.02125Y_7 + 0.19252Y_{13} + 0.18777Y_{14} \quad \dots (8)$$

注： $Y_{13} = (Y_8 + Y_9)/2$, $Y_{14} = (Y_{10} + Y_{11})/2$

式(8)により、大型ショッピングセンターの建設に伴い、買物に対する満足度は、単位当たり総合評価値に0.19252だけ影響することがわかる。

(e) 社会的便益・社会的費用の計測

意識調査の住宅地選好に関する一対比較質問のデータに基づいて、二項ロジット・モデルを用いて効用関数を推定した。このモデルでは、個人の効用は住宅地価格と買物に対する満足度で決まると仮定している。

質問では大型ショッピングセンターまでの距離が非常に遠い(徒歩10～15分)住宅地を基準案として、大型ショッピングセンターまでの距離は近い(徒歩2～3分)が地価が高い住宅地を代替として選好結果を求めた。つまり、本研究では住宅地属性の差によって、選好が変化すると考えている。効用関数の推定結果は次の式(9)の通りである。

$$U = -1.0X_1 + 121.87X_2 \quad \dots (9)$$

U : 貨幣換算された個人の効用

X_1 : 住宅地価格(万円)

X_2 : 買物に対する満足度

式(9)の結果により、変化前後において個人の限界代替率が不変であるとするならば、買物に対する満足度が1だけ上昇することと、住宅地価格が122万円だけ下降することが同値となる。すなわち、満足度単位当たりの便益は122万円となる。ただし、この額は比較属性が土地であることを考えれば、将来に対するサービスの総計であるとみなすことができる。

6. まとめ

本研究により、住民意識による満足度を貨幣換算することの可能性が明らかになった。また、評価形態に応じた汎用性のある統一的尺度によるプロジェクトの総合評価手法が開発された。しかし、貨幣換算された社会的便益・社会的費用の妥当性の検証、効用関数を構成する属性の検討、さらにその多様化に伴うアンケート調査の複雑さの解消等が、残された課題である。

最後に本論文を作成するにあたり、適切な助言をいただきました東北大学稲村肇助教教授を始め、徳永助手、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学生諸氏に対し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 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，第39回年次学術講演会講演概要集，土木学会，1984.10
- 2) 長沢・湯沢・須田；生活環境の計量化手法の開発，第40回年次学術講演会講演概要集，土木学会，1985.9
- 3) 森杉・宮武・吉田；騒音の社会的費用の計測方法に関する研究，土木学会論文報告集第302号，土木学会，1980.10
- 4) 森杉・岩瀬；住宅立地行動の予測と住環境の便益評価の統合手法の提案，土木計画学研究・講演集No.6，土木学会，1984.1
- 5) 肥田野・中村・太田；郊外鉄道新線建設効果の資産価値への転移，土木計画学研究・講演集No.7，土木学会，1985.1
- 6) 稲村；港湾計画における環境アセスメント手法(その3)，港湾技研資料No.384，運輸省港湾技術研究所，1981.6
- 7) 村田；地域開発と社会的費用，東洋経済新報社，1984.4