

交通計画の新しい評価方法

河上省吾*

本文では、まず交通計画の評価プロセスを整理した後、交通計画の評価において重要な位置を占める評価主体を利用者、運営者、周辺住民、地域社会、自治体、国家に分類し、それぞれの主要な評価項目について検討している。そして各主体の立場からの評価を行うための代表的な方法を示し、最後に各主体別評価の総合化の方法について述べ、それぞれの問題点と評価方法のあり方についても触れている。

New Methods for Evaluating Transportation Planning

Shogo KAWAKAMI*

In this paper, we first set out the procedures for evaluating transportation planning, then classify the interest groups into categories: namely, users, operators, people who live in the vicinity of transport facilities, districts, municipalities, and the nation and list up the major viewpoints of evaluation in each category.

The main methods used by each group in evaluating transportation planning and the methods used for integrating the evaluation of each group are stated. Respective problem areas and ideal evaluation methods are also covered.

1. はじめに

わが国において本格的な都市交通計画が策定されたのは、1955年以降である。1945年から1965年頃までは、交通計画における交通需要の予測は、自動車および鉄道といった交通手段別に行われており、交通手段ごとに計画を作成してそれらを重ね合わせるという集合的交通計画が中心で、各種交通手段を有機的に連絡させ、効率のよい交通体系を作るという総合交通体系という考えはあまりなかったようである。そして、交通体系の評価は需要量を処理すること、所要時間を短縮することを中心に行われていたようである。

1967年のパーソントリップ調査の実施とともに、交通主体である人の移動を各種交通手段を結合して効率よく処理するための総合交通体系という考え方が生まれてきた。この頃から交通手段の選択、特に自動車と公共輸送機関の間の選択に関する検討が活発に行われるようになり、所要時間以外の所要費用や交通手段の快適性や機動性その他の要因すなわち交通の質が交通計画の評価において考えられなければならないことに注目するようになった。しかし、

1973年のオイルショックの頃までは、都市への人口および経済活動の集中や自動車保有台数の急激な増加などに伴う交通需要の急激な増加に対処するために、混雑解消を中心とした質より量の交通施設整備が行われてきた。

1973年以降は人口移動の鈍化、経済の安定成長などによって交通需要量の増加がゆるやかになり、交通に対するニーズの多様化、環境面の重視といった交通に関する価値観の変化にともなって交通計画の評価指標としても容量や時間だけでなく、エネルギー消費効率、環境影響、安全性、快適性などの交通の質に関する要素を考慮するようになってきた。

ここでは、このような変遷をたどってきた交通計画の評価方法について、評価主体と各種評価指標の評価の方法を中心に述べる。

2. 交通計画の評価プロセス¹⁾

交通は人々が社会生活を営むために必要不可欠のものであり、各種都市施設が十分にその機能を発揮するための手段である。そして、交通施設は、利用者に適切な交通サービスを効率よく、かつ公平に提供し、周辺の土地利用や都市構造を望ましい方向へ誘導するとともに周辺環境に悪影響を与えないように計画、整備され、また運営されなければならない。

交通計画の評価は、交通計画がその目標をどの程

* 名古屋大学教授
Professor, Nagoya University
原稿受理 昭和60年10月5日

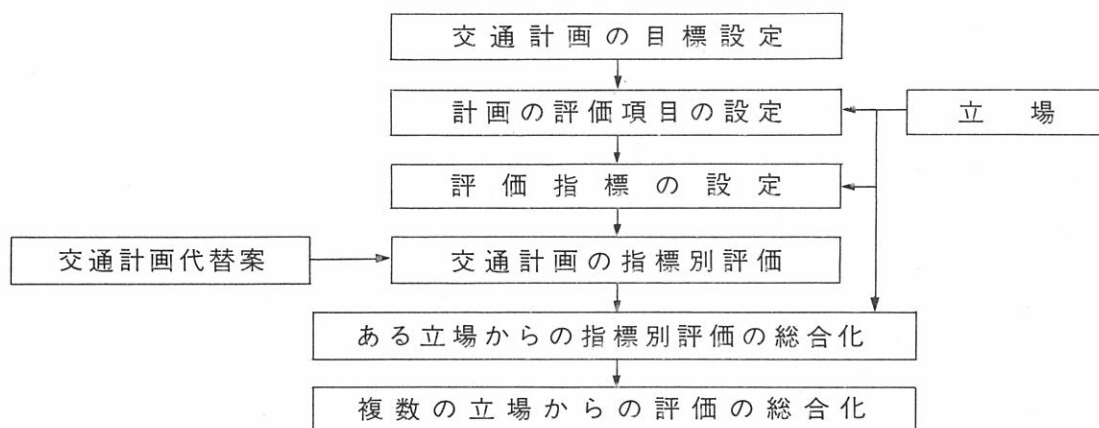


Fig. 1 交通計画の評価プロセス
Evaluation process of transportation plan

度達成しているかをそれに係わりのある人々の立場から明らかにすることである。交通計画の評価においては、Fig. 1 に示すようにまず計画目標をいくつかの独立な評価項目に分解し、各評価項目におけるそれぞれの立場からの客観的評価を可能とするために具体的な評価指標（尺度）を設定してそれぞれの評価値を求める。評価指標は、交通計画の目標に基づいて計画代替案を適切に評価できるように、計画目標のあらゆる側面を説明でき、かつ評価項目間に重複がないように選定する必要がある。次に交通計画を総合的に評価するためには、異なる評価指標の評価値を共通の尺度に変換し総合化する必要がある。さらに、交通計画の評価は、交通施設に対する係わり方すなわち評価主体の立場によって異なるので、運営者、利用者、沿線住民、地域社会、自治体・国家などといったそれぞれの立場からの評価を何らかの方法によって総合して最終的な判定を行わなければならない。

3. 交通計画の評価主体と評価項目^{1),2)}

ここでは、交通計画の評価主体を利用者、運営者、周辺住民、地域社会、自治体・国家に分類し、それぞれの評価の視点について述べる。

(1)利用者

交通施設のサービスを受ける主体で、各種交通機関の乗客および自動車や自転車の利用者や荷主などである。利用者の観点からみた評価項目としては、交通の迅速性、低廉性、利便性、確実性、安全性、快適性、移動の自由性を確保する程度などがあげられる。従来は迅速性、低廉性に評価の重点が置かれ

ていたが、最近はそれ以外の確実性、快適性、移動の自由性などといった質的評価項目も考慮される傾向が強くなっている。

(2)運営者

交通施設の建設や運営を行う公共機関や民間企業などである。運営者の観点からみた評価項目としては、収益性（建設・維持管理費、補償費、運賃収入、運営経費）、事業の施工難易度、運営の柔軟性（施設の拡張・縮小の自在性）などがあげられる。

(3)周辺住民

交通施設の周辺に住み、交通施設の建設や交通サービスの变化による環境上の影響を直接受ける人々である。周辺住民の観点からみた評価項目としては、環境影響項目として騒音、振動、大気汚染、交通事故の危険性、日照、景観、電波障害、コミュニティ分断などがあり、この他に交通利便性、地価に対する影響などがある。

(4)地域社会

交通施設の整備による立地条件の変化という形で、ある程度の時間遅れを伴って間接的な影響を受ける人々や企業で、上記の周辺住民は除く。地域社会の観点からみた評価項目としては、企業立地条件の変化、生産所得の変化、市場圏の拡大、観光開発、地価の変化、需要効果などがあげられる。

(5)国家・自治体

(1)~(4)の内容を総合的に見る立場で、これらの主体は経済発展や地域格差の是正、税収などの観点から交通計画を評価する。

4. 交通計画の評価主体別の評価方法

ここでは交通計画の評価主体別の評価方法について述べる。

4-1 利用者の観点からの評価方法

利用者の観点からの交通計画の評価を行う方法としては、低廉性、速達性などの各評価項目の評価指標をそれぞれ決めて、各指標の評価値を求め、それらを総合化する方法（後述の評価関数法など）も考えられるが、ここでは、経済学で用いられる消費者余剰の概念を利用した交通サービスの利用者による総合評価を把握するための方法を紹介する。

一般に、2地点間の交通は交通による効用、便益が、交通に要する費用や時間その他の犠牲量（これを一般化費用とよぶことにする）を上回る場合に発生すると考えられる。あるゾーン間の交通について見ると、Fig. 2のような交通需要関数を想定することができ、一般化費用が C_0 の場合の利用者の便益は次式(1)で求められる消費者余剰で表わすことができると考えられる。

$$CS(C_0) = \int_0^{T_0} G(T) dT - C_0 T_0 \quad (1)$$

ここに

$G(\cdot)$: 需要関数 $D(\cdot)$ の逆関数

T_0 : 交通量

この消費者余剰は、交通の総便益から交通に要する一般化費用の総和を引いたもので、利用者が実際に得る便益を表わしていると考えられる。したがって、交通計画の評価に際しては、この消費者余剰の値に

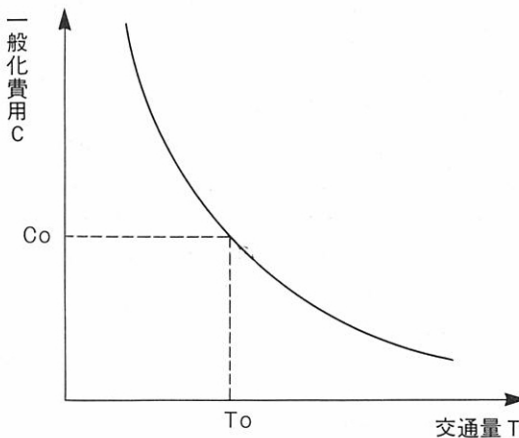


Fig. 2 交通需要関数
Demand function of transport

よって優劣を判定する。しかし、この方法を用いるためには、費用、所要時間、安全性、利便性、確実性などを総合的に評価して一般化費用を求める必要があり、また2地点間の交通機関のサービスを総合的に評価した需要関数を求めなければならないが、正確な需要関数を決定することはきわめて困難なことである。

なお、利用者の各交通手段に対する需要関数の一種として、交通手段の選択モデルを作成することがよくあるが、最近では、人々の個人属性や交通手段利用の習慣性などもモデルに導入し、これらが交通手段の評価にどの程度影響しているかを明らかにすることができるようになってきている⁹⁾。

4-2 運営者の観点からの評価方法

運営者の評価項目のうち最も重要視されている収入と支出額から決まる収益性は定量的に評価できるが、その他の項目の評価は定性的にしか行うことができないので、これらを総合化する場合には後述の意識調査を用いる方法などを用いる必要がある。ここでは、収益性の評価方法を紹介する。

交通計画によって発生する収入と支出には、一般に時間的なずれがあるため、これを割引率によって調整する必要がある。収益性の評価は、施設の耐用期間の収入と支出をすべて現在価値に変換する方法と毎年の平均価格に変換する方法とによって行われる。交通計画を実施するための費用として支出されるものは用地費、建設費、維持運営費などであり、収入として考えられるものは運賃その他の営業収入が主なものであるが、時間短縮効果の貨幣換算額、地価上昇や税収額などを考慮する場合もある。

運営者は主として投資効率という観点から交通計画を評価し、収入と支出額から、内部収益率、収入支出比、収支差、投資額の回収期間などによって計画の良否を判定する。

4-3 周辺住民の観点からの評価方法

周辺住民の観点から交通施設計画を評価する場合、環境影響項目のマイナス効果と交通便利性や地価などの上昇といったプラス効果を総合的に評価する必要があるが、従来は前者の環境影響を事前に評価するための環境アセスメント手法が主に用いられてきた。この環境アセスメント手法は、各項目別の影響を予測・評価するための方法と各項目の評価を総合して代替案の総合評価を行うための方法に分類でき

る。前者には計画案の実施による影響をできるだけ広範囲に考慮して、評価情報を影響内容と帰属主体まで含めて多面的に整理するステートメント法、チェックリスト法、マトリックス法などがあり、後者には効用関数を用いる社会的費用法、評価関数法などがある。ここでは、評価関数法を中心に紹介する。

(1) 評価関数法^{3),4),5)}

評価関数法では、住民の交通計画に対する総合評価値は式(2)に示すように各評価項目の評価値の重み付き線形和によって表わされると考える。

$$U = \sum_i^n w_i \cdot u_i(s_i) \quad (2)$$

ここに

U = 総合評価値

$u_i(s_i)$ = 評価項目 i の水準 s_i に対する評価関数

w_i = 評価項目 i の総合評価に占める相対的重要度

このとき、評価項目 i の評価関数の求め方および相対的重要度 w_i の求め方においていくつかの方法が開発されている。

1) 評価関数の決定法

評価関数 $u_i(\cdot)$ の決定法には、専門家などに物理量と評価点の関係を直接質問する方法や期待効用概念に基づく質問法を用いる方法と複数の住民の意識反応を満足度あるいは不満度などの形で調査し、これに回帰分析を適用する方法などがある。

2) 評価項目の相対的重要度の決定法

評価項目間の相対的重要度 w_i の決定法には、人々の実際の選考行動結果のデータを収集し、多変量解析手法を適用する方法と直接個人や集団の価値意識をアンケート調査によって聞く方法とがあるが、後者の方法が一般に用いられている。価値意識を直接質問する方法にも、専門家に期待効用概念に基づく質問をして w_i を決める方法や多くの人々に直接評点法、一対比較法、順位法、トレードオフ法などを利用した質問をして w_i を決める方法などが開発されている。なお、順位法およびトレードオフ法は一対比較法を修正したもので基本的な考え方は大きく変わらない。以下にこれらの方法のうちで最も優れていると考えられる一対比較法を用いて現状の交通施設の評価に関する w_i を決定する方法について述べる。

この場合には、まず対象地域を交通施設の各評価項目の水準がほぼ等しいゾーンに分解する。そして、住民および利用者に対して交通施設の評価に関する

アンケート調査を行う。この際の質問は3つの部分からなり、第1に交通施設の利便性、安全性、快適性、経済性、環境に与える影響などに関する評価を聞き、第2に各評価項目間の比較をしてもらう。第3に回答者の社会経済特性についてたずねる。そして、第1の部分の回答に基づいて各評価項目ごとの評価を行う。たとえば、回答者の満足度から $u_i(s_i)$ を決定することができる。質問の第2の部分では、人々が毎日利用し体験している交通施設の各評価項目間の比較に関する質問をする。人々に各評価項目間でいずれが望ましい状態か、あるいはいずれをより改善してほしいかを尋ねる。あるいは、人々にとっての望ましきまたはその逆の観点から各項目に順位をつけてもらう。この質問を分析することによって、実際の交通施設に関するある評価項目の評価が他の項目の評価より良いあるいは悪いと判断している人々の比率を知ることができる。

いま、人々のある評価項目の評価値 $E_i = w_i u_i(s_i)$ が正規分布すると仮定する。そして、項目 i の評価が項目 l のそれよりよいと評価する人々の比率を P とすると、 $P \{E_i > E_l\} = P$ と考えることができる。いま E_i, E_l の分布が平均値 μ_i, μ_l 、分散 σ_i^2, σ_l^2 をもった正規分布と仮定できれば、Fig. 3 のようになり、Fig. 3 の記号を用いると次式を得る。

$$\mu_i - \mu_l = C_{il} \quad (3)$$

ここに C_{il} は評価項目 i, l の評価値の平均値の心理尺度上の差を表わす。

また、 $E_i - E_l$ の分布は $N(\mu_i - \mu_l, \sigma_i^2 + \sigma_l^2)$ となるので、次式によって C_{il} の値を決定することができる。

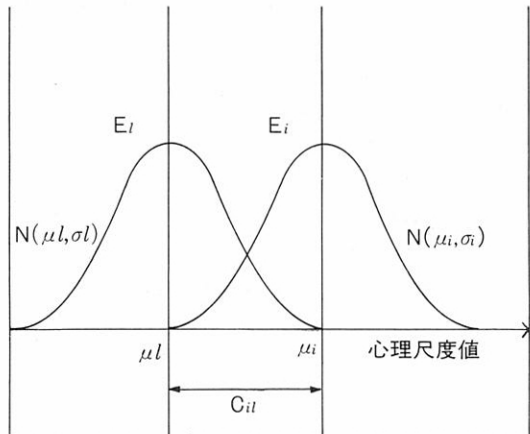


Fig. 3 評価値 E_i の分布
Distribution of evaluated values

$$\int_0^{\infty} 1/\sqrt{2\pi(\sigma_i^2 + \sigma_i'^2)} \exp\{-(x - C_{ii})^2/2(\sigma_i^2 + \sigma_i'^2)\} dx = \int_{-q}^{\infty} 1/\sqrt{2\pi} \exp(-t^2/2) dt = P \quad (4)$$

ここに

$$q = C_{ii}/\sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_i'^2} \quad (5)$$

式(4)から C_{ii} を決めるためには σ_i と σ_i' がわかっているなければならない。もし一般に $\sigma_i = \sigma_i'$ であるならば σ_i の値は不明でも、ここでは C_{ii} の絶対値でなく相対値さえ得られればよいので、たとえば $\sigma_i = 1$ として C_{ii} を求めればすべての C_{ii} を $\sqrt{2} \sigma_i$ を単位として求めたことになる。

名古屋市の幹線街路周辺の調査結果によれば、評価値 E_i が等分散の正規分布をするという仮定はほぼ満足されていることがわかっている⁴⁾。従って、式(3)から次式(6)を得ることができる。

$$w_i u_i(s_i) - w_{i'} u_{i'}(s_{i'}) = C_{ii} \quad (6)$$

各ゾーンにおけるアンケート調査結果を式(6)に適用し、最小自乗法を用いると w_i を求めることができる。

式(6)において、各項目の評価の心理尺度値は各項目の効用 $u_i(s_i)$ と相対的重要度 w_i の積で表わされているので、これらの式から得られる w_i の値は、交通施設を評価する人々が体験している各項目の水準 $u_i(s_i)$ とは独立なものであると考えることができる。このことは本方法の適用例によってある程度裏付けられている。

(2) 環境影響の貨幣換算法^{7),10)}

環境影響を貨幣換算する方法の一つは、式(2)における U を個人あるいは家計の効用関数と定義し、その構成要因の1つに所得を加えて上記(1)と同様の分析を行い、最終的に求められた所得の相対的重要度 w_1 で他の w_i を除した値 w_i/w_1 が各要因(評価項目)の貨幣換算係数であることを利用して、環境影響その他の貨幣換算額を求めるものである。

以下に住民意識調査に基づく交通施設による環境影響費用の推定法の1例¹⁰⁾を示す。

1) 効用関数

世帯グループ k に関しての、一般消費活動と環境状態を総合的に考慮したときの効用関数は次式で表現されるものとする。

$$U_k = \sum_i w_i^k \cdot u_i^k + w_1^k \cdot I^k, \quad u_i^k = u_i^k(s_i^k) \quad (7)$$

ここに、 U_k ；総合的効用、 u_i^k 、 $u_i^k(\cdot)$ ；環境影響項目 i の項目別効用値、項目別効用関数、 I^k ；所

得、 s_i^k ；項目 i の客観的被害レベル、

w_i^k ；項目 i の限界効用、 w_1^k ；所得の限界効用

2) 推定手順

式(7)の両辺を w_1^k で除すと式(8)の形になる。

$$U_k = \sum_i w_i^k \cdot u_i^k + I^k \quad (8)$$

すなわち、左辺の U_k は貨幣尺度で表わされた総合的効用となり、右辺の w_i^k は環境項目 i の項目別効用値 u_i^k を貨幣換算するための係数となる。この係数を貨幣換算係数と呼ぶことにする。

本方法では、貨幣換算係数の推定のために、まず環境影響項目別の効用関数を求めておき、次にその結果から項目別効用値を用いて貨幣換算係数を推定するという手順をとる。ここで項目別効用関数としては、アンケート調査から得られる各項目ごとの実態レベル別の不満率 F_i (環境影響の現状に関する5段階の満足度評価の質問において「不満」または「やや不満」と回答した人の割合)あるいは不満率を基にして得られる心理尺度 s_i をつらねたものを用いる。

次に、世帯 k の貨幣換算係数 w_i^k がその世帯と同一の属性を有する世帯についての平均的なものと、その世帯に固有の変動項とから構成されると考えれば、式(9)の形となり、これを式(8)に代入すれば式(10)が得られる。

$$w_i^k = \bar{w}_i^k + \epsilon_i^k \quad (9)$$

$$U_k = \sum_i \bar{w}_i^k \cdot u_i(\cdot) + I^k + \epsilon^k \quad (10)$$

ここに、 \bar{w}_i^k ；世帯グループ k に共通の項目 i の貨幣換算係数の確定項、 ϵ_i^k 、 ϵ^k ；世帯に固有の貨幣換算係数の変動項、同じく効用の変動項

3) 仮想的住宅に対する価値意識に基づく貨幣換算係数の推定方法

これは、仮想的な住宅 A、B の選考に関する一対比較質問を基に貨幣換算係数を推定する方法である。質問では、ある環境項目 i についてその環境レベル差が一定のままの家賃差が順次変化する、あるいは逆に家賃差が一定のまま環境レベル差が順次変化するよう住宅 A、B を設定し、各段階でいずれか好ましい方を選択してもらう。

式(10)より、住宅 A、B の効用は次式で表わされる。(ただし、以降では効用を不効用の度合で定義する。)

$$\left. \begin{aligned} U_k^A &= \sum_i \bar{w}_i^k \cdot u_i(s_i^A) - (I^k - C^A) + \varepsilon_k^A \\ U_k^B &= \sum_i \bar{w}_i^k \cdot u_i(s_i^B) - (I^k - C^B) + \varepsilon_k^B \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

ここに、C：家賃

住宅AとBの効用差は、次式(12)で与えられる。

$$\delta U_{AB}^k = \bar{w}_j^k \cdot (u_j^A - u_j^B) + (C^A - C^B) + \varepsilon_{A_j}^k - \varepsilon_{B_j}^k \quad (12)$$

ここに、jはA、B間でそのレベルが異なる項目を指す。

ここで、 $\delta U_{AB}^k < 0$ なら、世帯kは住宅Aを選択すると考えられるので、 $\varepsilon_{A_j}^k$ 、 $\varepsilon_{B_j}^k$ が互いに独立で分散一定のワイブル分布を仮定すれば、その確率は次式で与えられる。

$$P_k^A = \frac{1}{1 + e^{\lambda \cdot \delta U_{AB}^k}} \quad (13)$$

ここに、 λ ：ワイブル分布の分散パラメーターゆえに、ここで既知としている $u_j^A - u_j^B$ と $C^A - C^B$ 、および各世帯の選択実績データを用いれば、最尤推定法によって式(12)のパラメーター \bar{w}_j^k の推定値を得ることができる。

4-4 地域社会、自治体の観点からの評価方法¹⁾

地域社会、自治体の立場からの評価項目は前述のように、交通施設の建設、運営が地域の産業活動や社会活動に与える影響に関するものである。このような評価指標に関する評価方法としては、各評価指標について個別的に影響を計測したものを集計するインパクトスタディ、土地利用効果を中心に計測する土地利用モデル、地域における経済活動に関する影響を総合的に把握する産業連関モデルおよび計量経済モデルによる方法等がある。

インパクトスタディでは交通施設の建設、運営に関して生じる経済的・社会的・環境的な諸影響を項目別にとりあげて計測するので、個々の影響が具体的にどの程度発生するかを明らかにできる。この方法では、交通施設計画の実施による項目別影響を個別的に計測するので、個々の影響の帰属を明らかにできるという特徴をもつが、波及的な間接効果の測定が困難なことから、主として即時的な直接効果を重視しやすく、また項目別の効果の集計の段階で重複計算を行う可能性がある。

地域における経済的影響を総合的に把握する方法は、交通施設計画の実施による事業効果および利用効果を、その波及的な効果を含めて総合的に計測す

るための方法である。この方法は、一つの財やサービスの生産あるいは消費が、他の財やサービスの生産・消費に及ぼす波及的な効果を定量的に把握し、交通施設計画の実施による輸送条件の変化が地域における経済的指標に及ぼす影響を評価する。これによって、地域経済の特性を明らかにでき、さらに地域や産業の相互間の財貨の流動パターンを把握できる。

交通計画の評価は上述の方法を用いて、交通計画を実施した場合と実施しない場合の各項目別評価値および総合評価値を比較することによって行う。

5. 交通計画の総合評価法

交通計画の総合評価を行うためには、いろいろの立場からの評価を総合化する必要がある。この異なる立場からの評価の総合化のための決定的な方法は開発されていないが、現在以下のような方法が用いられている。

5-1 費用便益分析

これは、交通施設の利用者、運営者、周辺住民、地域社会、自治体、国家などのそれぞれの評価主体ごとの費用と便益をそれぞれ総和して、両者の差・比などによって交通計画の総合的評価を行う方法である。この方法では貨幣換算の容易な評価項目を中心に取扱うことになる。

5-2 費用便益分析へ社会・環境評価を組み込む方法

これには、交通計画に関係する社会・環境項目の評価を貨幣換算して費用便益分析に組み込む方法と、社会・環境評価面である水準を確保することを制約条件にして、費用便益分析を行う方法とがあるが、後者は5-3の方法に近いものである。

5-3 費用便益分析と環境アセスメントを並用する方法

これは、貨幣換算の容易な評価項目によって費用便益分析を行うと同時に、社会・環境項目に関する評価をいわゆる環境アセスメントとして行い、その過程の中に住民参加を組み込むなどして政治的決定過程も含めて交通計画代替案を評価し、採択案を決定する方法である。この方法が、現在の交通計画の評価に最も広く採用されているといえる。なお、収集された多面的な評価情報を意志決定者にわかり易く提供する方法としてマトリックスやグラフなど

の形に整理する方法が開発されている。

5-4 費用便益分析と社会・環境評価から代替案の序列化を行う方法

これは、費用便益や社会・環境に関する評価情報を収集・整理して評価主体ごとに交通計画代替案の順位付けを行い、総合評価は意志決定者に任せる方法である。この方法においても総合評価による決定を行うためには5-3の場合と同様に住民の投票などといった政治的決定過程を用いなければならないといえよう。

5-5 複数の主体別評価の総合化のあり方

上述のように、各主体別評価の総合化の方法としては、現在主体別評価情報を整理し、それに基づいて外国で採用されている住民投票などのような政治的決定過程にゆだねる方法が多く採用されているが、一つの目指すべき方向は、各主体の交通計画に対する満足度の総和の最大化と各主体間の満足度格差総和の最小化との調和を考慮しつつ、満足度総和の最大化をもたらす交通計画代替案が最適であると評価することと考える。そして、すべての主体のどの階層の満足度も一定の水準以上であることも望ましい評価基準の一つと考える。

6. むすび

ここでは、まず交通計画の評価プロセスを整理した後、交通計画の評価において重要な位置を占める評価主体の分類とそれぞれの主要な評価項目について検討した。そして各主体の立場からの評価を行うための代表的な方法を示し、最後に各主体別評価の総合化の方法について述べ、それぞれの問題点と評価方法のあり方についても触れた。交通計画に対する各主体ごとの評価方法は、経済面の評価方法が最もよく整備されているが、近年社会・環境面の評価方法もいくつか開発されてきていることを示した。しかし、各主体別評価の総合化の方法は決定的方法が未だ開発されておらず、多くのものは意志決定者に評価情報を与える場合の整理手法の段階にとどま

っており、最終の評価は政治的決定過程に任せているものが多いといえる。

参考文献

- 1) 戸田常一：交通施設計画の総合評価とその応用に関する研究，京都大学学位論文，1980
- 2) 御巫清泰，森杉寿芳：新体系土木工学49社会資本と公共投資，技報堂出版，1981. pp.201-274
- 3) 河上省吾：都市内交通施設計画の評価手法に関する一試案，第1回土木計画学研究発表会講演集，土木学会，1979. pp.210-216
- 4) N.Aoshima and S.Kawakami: Weighting of Factors in Environmental Evaluation, Journal of the Urban Planning and Development Division. ASCE. Vol.105, NO.UP2, 1979. pp.119-128
- 5) S.Kawakami: A Method of evaluating urban transportation planning, Traffic, transportation and urban planning, George Godwin, London, 1981. pp.183-190
- 6) 河上省吾：交通計画の評価及びバスレーンの設置基準に関する一考察，第3回土木計画学研究発表会講演集，1981. pp.72-77
- 7) 河上省吾，広島康裕，山内正照，風岡嘉光：交通施設による環境影響費用の計測に関する研究，第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集，1982. pp.379-384
- 8) 河上省吾，広島康裕，熊谷栄吉：交通関連居住環境に対する住民の評価構造の分析，第18回日本都市計画学会学術研究発表会論文集，1983. pp.475-480
- 9) 河上省吾，広島康裕：利用者の主観的評価を考慮した非集計交通手段選択モデル，土木学会論文集，No353/IV-2, 1985. pp.83-92
- 10) S.Kawakami, Y. Hirobata and Y. Kazaoka: Empirical Study on the Estimation of Environmental Damage Costs by Traffic Facilities Using Questionnaire for Residents, 9th Pacific Regional Science Conference, 1985