

住区内街路整備計画の 評価方法と評価式の開発

THE METHOD AND AN EQUATION TO EVALUATE SCHEMES OF
RESIDENTIAL STREET IMPROVEMENT

竹内 伝史

By Denshi TAKEUCHI

In the planning process of residential street improvement evaluations are carried out on two phases as follows. First is the time when the best scheme to put into practice is selected from proposed alternatives. They are to be evaluated with same measurement appropriate to object of the project. Second, how the object has been achieved must be evaluated after the project having been executed.

In this paper, considering the system of indexes for evaluating schemes, the pedestrian safety is selected as a principal index. Then an equation of the index is defined and its parameters are determined by questionnaire to pedestrians.

1. まえがき

住区内街路整備は、その問題提起や計画・設計手法を議論する時期を過ぎて、ロードビア構想等、いよいよ事業化の段階を迎えている。しかし、それらの多くの事業は住区総合交通安全モデル事業のように、「モデル」の名を冠しており、一般的恒久的な事業制度として定着しているわけではない。

実際、その事業方式や整備手法には定石と呼べるほどのものは未だみられず、様々な提案とアイデアが試みられている状況である。しかし、整備事業は徐々に体系化し大規模化しているから、今後は計画設計段階で種々の代替案を提出し、比較評価して、最も整備目的に合致したものを選択することが必要となってくる。また、事業終了後、十分に投資額に見合った事業成果が挙げたことを確認して、恒常

*正会員 工博 中部大学教授 工学部土木工学科
(〒487 春日井市松本町1200)

的な事業への脱皮に備える必要がある。ここに、整備計画案ないしは整備事業についての評価方法確立の必要性が認識される。

従来、住区内街路整備の目的や効果は様々な議論されてきたものの、残念ながら系統だった議論と具体的な評価指標の議論は未だ十分ではなかったようである。そこで、本論では、このような議論展開のたたき台ともなることに期待して、住区内街路整備計画の評価体系について論じ、それに基づく評価指標作成の一つの試みを紹介してみることとする。

2. 住区内街路計画における計画評価の意義と目的

(1) 計画評価の意義

整備計画が立案され事業に移される過程には、常に二つの段階で評価が介在することになる。一つは多くの計画代替案の中から、一つの採択案を選択する時の評価で、代替案評価と呼ぶことができよう。

いま一つは、採用された計画案が実際に事業に移され完成した段階で行われるもので、その事業が所期の目的を達成しているか否かを評価する。これは事業効果評価と呼ばれる。

代替案評価は各代替案の整備目的達成度と費用を列挙・比較し、最適案を選ぶためのものであるが、そればかりではなく、最適案の目的達成度が十分なものか否かも判断される。それが十分でないならば代替案が作り直されねばならない。

一方、事業効果評価は計画通りの事業が実施されたか否かと所期の計画目標がどこまで達成されているかを評価するものがある。前者は工事成果等で評価するものであるが、事業の本来の趣旨を評価する観点からは後者に、より大きく依存することが望ましい。しかも、事業後の評価は先の代替案評価と違って事業成果が実現しているのであるから、実際にこれを測ることができる。すなわち、推計や理論に基づく評価ではなく、実測に基づく評価ができる。もっとも、これを実行するためには事前事後比較が必要であり、事業着手前の状況を記録しておくことが必要である。そして、得られた評価は実体的なものであるだけに、投資額との比較に基づく事業の絶対的・総合的評価に結びつけ易い。この評価は、試行プロジェクト等の恒常的事業化に当たって不可欠である。

なお、事業効果評価は事業実施に伴う評価であって、厳密には計画評価とは言えない。しかし、幸いにして事業に結びつけることのできた計画であるならば、この評価を行うことによって、その成果を直ちに代替案評価の手法改良に結びつけることができる。また、個々の事業の評価が当該事業制度全般に大きな影響を与えることに配慮するのも広義の計画の範ちゅうであろう。このような評価のフィードバック機能を考える時、両評価は広い意味で計画評価の範ちゅうをなすものといえる。そこで、本論では両評価を議論の対象とすることにする。

(2) 計画評価の方法と本論文の位置づけ

評価を行うには評価指標が必要である。それはプロジェクトの目的を反映したものでなければならない。上記の二つの評価は役割と機能こそ違え、扱うプロジェクトは同じであるから、この評価指標は共通したものと考えられる。

プロジェクト目的の多岐性に応じて、評価すべき項目は多い。またそれらには定性的で計量化の難しいものも多い。究極的な評価指標としては、定性的なチェック機構も含みつつ各評価項目を総合した指標を用意することが望ましい。しかし、上述のような評価手法確立の緊急性を考えると、完全な評価指標の整備を待つまでの間、主要なプロジェクト目的について、いくつかの指標を用意し、これらを並列しつつ評価を進めることも必要であろう。

3. 住区内街路計画の目的と計画評価の項目

(1) 住区内街路計画の目的

住区内街路整備の目的は、観念的には常に安全、快適、便利の三つが挙げられる。そして街路で活動する主体には自動車、自転車、歩行者の3種交通と路上で屋外生活を展開する人々と沿道住民が挙げられる。したがって、これらそれぞれの立場からの安全・快適・便利が論じられることになる。それらはかならずしも同様の道路整備や交通条件を好ましいと考えるとは限らない。

このような複雑多岐な整備目的が考えられる中で今日実施されつつある住区総合交通安全モデル（ロードピア）事業は、次のように比較的限られた具体的な目標を示している。

①地区通過交通の削減

②自動車走行速度の抑制

③快適な歩行空間の整備（駐車誘導を含む）

これは前段の議論に従えば、歩行者と沿道住民の眼からみた安全と快適の追求を主要な目的としたものである。

(2) 計画評価項目と中心指標としての安全性

整備目的のこの多岐性に応じて、各活動主体の立場からそれぞれの目的ごとに計画評価の項目を立てることができる。安全はさておき、快適や便利という目的は、その中をさらに細目に分割することも考えられる。そして、それらの各項目に対応して一つづつの評価指標を設定できる。

しかし、あまりに多い指標群の総合的な把握は不可能に近いから、何らかの方法でこれらを集約することが必要である。手法には多変量解析法などが考えられるが、結局はこれらの多岐な目的のうち、優

先度をどうつけるかが問題となる。実際、ロードビア事業の例に見るように個々の事業の目的は比較的限制されており、考えられる限りの指標を列挙することは、むしろ「木をみて森をみない」ことに陥りがちである。

とはいえ住区内街路整備の目的は、その主たるものだけでも決して一つではないのだから、快適や便利あるいは沿道住民などへの配慮は必要である。しかし、ここでは「総合交通安全」事業という名称にもかんがみ、まずは歩行者の安全性を第一に考える方式を採用することにす。そして、これを中心的指標とし、後に定義される指標はこれと比較しつつ、徐々に総合化を図っていくことにしたい。

(3) 評価の対象としての道路網

ここで評価の対象は住区内の街路である。それは一つの地点や区間を採って評価することも可能であるが、地区内の道路網を全体として評価することも考えられる。前者を区間評価、後者をネットワーク評価と呼ぶ。

住区内街路の整備事業は上述のような目的を持っているから、各区間ごとに各種の工作や規制の施されることが基本であるが、その効果はそれらが連繋して網として機能した時に最大となる。とくに、通過交通の削減には道路網の構成が重要である。したがって、住区内街路計画の評価は1セットの計画という意味で、ネットワーク指標を中心に進められることが望ましい。しかし、これは区間指標が不要というのではなく、それは別に用意されることが必要である。そして評価の目標は同じなのであるから、両者は体系的な連繋が図られることが望ましい。

4. 安全度評価式の構造

(1) 交通危険の考え方

ここでは歩行者にとっての危険度を評価することを中心に指標づくりを進めることにする。安全度は危険度の裏がえし(逆数)と考えればよい。

歩行者が街路通行時に感じる、あるいは遭遇する危険は主として自動車交通との衝突ないしは接触であって、歩行者同士のそれが危険と感じられることはまずない。自転車問題は考慮に入れる必要があるが、自動車に比べれば大したことはないので、こ

こでは省略する。

そこで、ある一人の歩行者が住区内街路のような広くはない道路を交通する時。被る危険度は次の三つの要素により決められるものと考えられる。

- ① 自動車との交錯の頻度；この交錯には横断による交錯、対抗方向の行き違い、同方向の追越しなどのすべてを含む。その構成比や危険要因としての重要度を把握するには、交通現象はあまりにも複雑多岐にわたる。
- ② 歩行者自身の交通条件の安全性；これには歩行者通行路(歩道)の車道との隔離の程度と通行時の快適性が影響する。快適性を欠く歩道からは歩行者は逸脱しやすく、このため隔離効果も削減されてしまうからである。
- ③ 歩行者の自動車に対する勢力；自動車が注意深く運転すれば危険性は減滅する。自動車交通量と拮抗するほど歩行者交通量が生じている歩車混合道路では、一般に、自動車は警戒して注意深い運転をする。

(2) ネットワーク評価と区間評価

前章にも述べたように住区内街路整備計画はネットワークとして評価されることが重要である。しかし、道路区間の評価も必要であるから、ここでは共用できる評価方式を採用ことにし、ネットワーク評価は区間評価を道路網全体について集計した型にする。区間評価は単路部の評価と両端の交差点の評価とから合成するものとする。集計に当たっては各道路区間に発生する歩行者交通量で重みをつけることにする。

すなわち、危険度のネットワーク評価値DNは次式により表される。

$$DN = \sum_i \{ (\alpha \cdot DL_i + \beta \cdot DI_i) \cdot V_{pi} \} / \sum_i V_{pi} \cdots (1)$$

ここで、 DL_i ；区間*i*の単路部危険度評価値

DI_i ；区間*i*の両端交差点平均危険度評価値

V_{pi} ；区間*i*に生ずる歩行者交通量

また、 α 、 β は区間評価における単路部と交差点部の重要度を示す係数である。

(3) リンク危険度

道路区間の単路部における危険度評価値(以下、リンク危険度という)DLは本章(1)節の考察に従って、次のように表される。

$$DL = ES \cdot EC \cdot EF \cdots \cdots (2)$$

まず、ECは自動車との交錯度を表すもので、当該区間の自動車交通量 V_c の対数のロジスティック関数で表されるものと考えた。またここで自動車交通のうち、速度抑制構造等によって低速化した自動車との交錯は危険度が相当低減することを考え、 V_c は次のように修正する。

$$V_c = V_1 + \delta V_2 \cdots \cdots (3)$$

ここで、 V_1 ; 低速化されていない交通量

V_2 ; 低速化された交通量(無害化交通量と呼ぶ)

δ ; 無害化係数($0 < \delta < 1.0$)

したがって、ECは次のように表される。

$$EC = 1 / [1 + a \cdot \exp \{-b \cdot \ln(V_1 + \delta V_2)\}] \cdots \cdots (4)$$

a , b は未定係数である。

次に、歩行者自身の交通条件からくる危険度補正項ESは歩道の分離構造ごとに与えられる分離係数 ε と歩道幅員の充足率とによって次式で表される。

$$ES = 1 - \varepsilon (W/W_0) \cdots \cdots (5)$$

ここで、 W は歩道幅員であり、 W_0 は歩行者の快適な通行に必要な歩道幅員を示している。快適に歩行するためには他にも舗装面などの要因があるが、ここでは幅員をその代表とした。

最後に、歩行者の自動車に対する勢力による危険度補正項EFは、その影響の仕方も不詳であり、型式を定めることは難しい。例えば自動車、歩行者それぞれのスペースオキュパンシーのようなものを λ , μ とすれば、次のような表現も可能であろう。

$$EF = \lambda \cdot V_c / (\lambda \cdot V_c + \mu \cdot V_p) \cdots \cdots (6)$$

しかし、この勢力による影響が直線的である保証はどこにもないし、 λ , μ もにわかには定め難い。

(4) 交差点危険度

交差点危険度DIはリンク危険度を補正する形になっており、交通量はリンク危険度の中に評価されている。そこで、DIについては交差点構造の安全要素からのみ評価することが考えられる。ここで、安全要素とは、交差点の形状、交差点入り口の速度抑制構造物や規制標示、横断歩道の有無、歩道の構造などである。これらは、ほとんど属性変量で表現される特性であるから、これらの特性の組み合わせによって、各交差点の危険度を求めることが可能であろう。その後、DIは両端交差点の危険度の平均値

として求めればよい。

5. 歩行者の認識調査とパラメータの決定

(1) 歩行者の認識調査

上述の危険度評価式には、 W_0 (必要幅員), ε (分離係数), δ (無害化係数), α , β (単路部と交差点部の重み係数), a , b (ロジスティックパラメータ)などの未知の係数を含んでいる。これらを決定するためには歩行者の危険度評価の実態を調べる必要がある。そこで、実際に種々の街路整備が行われた具体的な道路区間について、歩行者の立場から市民の危険度認識を調査した。その評価値を外生変数とし、各道路区間の整備工種や交通特性を説明変数とし、両者の関係からこれらのパラメータを決定していくことにした。

調査は2回に分けて行い、1回目は30地点の単路部、2回目は31地点の交差点部を対象にした。いずれも名古屋市内の住区内総合交通安全モデル事業の施行地区から選択した。1回目には同じ地点を対象にして10人の住民からなる評点員の現地踏査による採点と28人の学生・市民による写真を通しての採点を併用したが、その評価構造に差異は見られなかった。また調査員の属性による評点の歪みもほとんど見られなかった。このため2回目には、写真による採点のみとし、32人の各階層市民により評価を実施した。

調査は各道路区間の安全度を10段階(数直線上記入)で評価する本調査のほかに、1回目には必要と思う歩道幅員を各道路区間ごとに、2回目には単路部と交差点部のどちらにどの程度安全度評価の重きをおくかをアンケートしている。

(2) パラメータの決定

1) 必要歩道幅員 W_0 : 各道路区間ごとに全調査員回答の80パーセンタイル値をとって、その区間の必要歩道幅員とした。さらに全道路区間の必要歩道幅員累積分布から得られた80パーセンタイル値を W_0 とした。この結果、 $W_0 = 4.00\text{m}$ となった。

2) 分離係数 ε : 観測道路区間全30地点の歩車分離構造は歩道形態と境界構造物の組み合わせによって、表-1のように5分類される。そこで、各地点での平均安全度評価値をこの分類に従って集計したもの

が同表の平均得点である。この平均得点の歩車分離構造分類による格差は、分散分析の結果極めて有意なものと判定できる ($\alpha=0.05$)。そこで、この平均得点値を用いて、全く歩道のない時に $\varepsilon=0.0$ 、柵付段差歩道で $\varepsilon=1.0$ となるように規準化して得られた ε 値が同表の最右欄である。これを分離係数とする。

表-1. 分離係数の算出

歩車分離構造	区間数	平均安全得点	分離係数 ε
柵付段差歩道	2	1.65	1.00
柵なし段差歩道	4	1.10	0.85
ボラード付き路面共有	19	1.17	0.87
マーキング路面共有	3	-1.40	0.16
歩道なし	2	-1.96	0.00

3) 単路部と交差点部の重み係数 α , β : 安全度を評価するにあたり、単路部は問題ではなく交差点部のみを評価すべきと回答した調査員が43%あった。また単路部の方に重点をおいた調査員は無かった。これらを平均して、 $\alpha=0.39$, $\beta=0.61$ を得た。

4) 無害化係数 δ : 自動車交通量中に占める低速車の比率が全道路区間について求められているわけではない。逆に速度抑制構造の施工を行った区間では自動車走行速度分布を観測したデータがある(事前事後を合わせて46件)。この分析結果より速度抑制構造の施工によって走行速度は25km/h以下に落ちることが顕著であったから、ここでは時速25km以下の自動車を無害化交通とみなすことにした。そして、無害化交通量の全交通量に対する比率を各区間の道路形状や位置関係、速度抑制構造物等で説明する数量化理論Ⅰ類によるモデルを開発した^{d)}。この説明モデルを今回の各調査区間に適用することにより、無害化交通量を求めることができる。

無害化係数 δ の決定法は、外生変数である調査員の安全度評価値と上で求めた諸係数を代入して求めたリンク危険度DLとの相関が最も良くなるように定めることにする。しかし、リンク危険度評価式内に含まれるロジスティックパラメータが未決定であるので、これと同時に決定することが必要である。

5) 歩行者と自動車の勢力比: 先にも述べたようにEFの式型は未だ議論が不十分である。そこで今回は両交通量の重み係数 λ , μ はいずれも1.0とし、

$$EF = V_c / (V_c + V_p) \cdots \cdots (7)$$

として計算を進めることにする。ただし、仮の式形としては、むしろ $EF=1.0$ とする方が適切かも知れない。

(4) リンク危険度の式型決定

以上のパラメータ決定により未だ決まっていないリンク危険度中の係数はECの中に含まれる δ と a , b である。調査員による平均評点の逆数としてリンク危険度DLが与えられるから、既に求められたESとEFでこれを除けばECに等しくなる。

$$\frac{DL}{ES \cdot EF} = EC = \frac{1}{1 + a \cdot \exp \{-b \cdot \ln(V1 + \delta V2)\}} \cdots \cdots (7)$$

いま両辺の逆数をとって整理し、対数をとると、 $\ln(ES \cdot EF / DL - 1) = \ln a - b \ln(V1 + \delta V2) \cdots \cdots (8)$ となる。

そこで、全道路区間について左辺を算出し、 δ を0.0 から1.0 まで順に変化させつつ上式の回帰分析を繰り返し、最も相関係数の高い時の回帰係数をもって、 a, b の値を定めることが可能である。この分析の結果、 $\delta=0.122$ のとき相関係数は最大値(絶対値) $r=-0.431$ となった。相関係数は必ずしも高くないが、一応この時の回帰係数をもって a, b を求めると $a=8.05, b=0.250$ であった。ただし a はDLの定義法によって動く値であり、ここではDLは0 から1 の変動域(もちろん1 が危険)で定義されている。

(5) 交差点危険度の決定

調査員の安全度に関する10段階評価値の平均値から作成した0 から1 の変動域をもつ交差点危険度(1 が危険)を外生変数として、数量化理論Ⅰ類による分析を行った結果が表-2である。データ数が31と少ないこともあるが、重相関係数は $r=0.97$ を得ている。この各アイテムごとのカテゴリスコアを加え、切片値0.442 を加えれば交差点危険度を得ることができる。

6. 評価式と今後の課題

(1) 結果としての危険度評価式

以上で得られたリンク危険度の評価式は次のようになる。ここで、 ε は表-1で与えられる。また W は歩道幅員(m), $V_p, V_c, V2$ はそれぞれ歩行者・自動車・無害化交通量であり、 $V1=V_c - V2$ である。

$$DL = \frac{\{1 - \varepsilon(W/4.00)\} \cdot \{V_c / (V_c + V_p)\}}{1 + 8.05 \exp \{-0.250 \ln(V_1 + 0.122 V_2)\}} \dots\dots(9)$$

また、交差点危険度DIは交差点の構造条件により表-2から得られた、道路区間両端の交差点の危険度を平均する。そしてネットワーク評価値は、これらより(0.39DL+0.6DI)を各道路区間について算出し歩行者交通量で重みをつけた平均を計算すればよい。しかし、無害化交通量率を求めるモデルの相関係数は低すぎるし、表-2のモデル分析は自由度が低すぎる。また、式(9)の第3項EFは未だ全く仮の型式である。これらについては、今後さらに詳細な検討を重ねる必要があろう。

(2) 残された課題

上記の評価式内部に残された課題の他にも、本研究に残された問題点が多い。第1は、安全度評価式(実際は危険度評価式だが、それはよいとして)のパラメータを結局一部の市民の感覚的認識を通した評価によって決定せざるを得なかったことである。標本値としての偏りのないことは吟味してあるものの、その客観性についての保証はない。実際の事故統計などの照合が今後必要となろう。

第2に、実用上の問題であるが、この評価式の鍵は各道路区間に生ずる交通量である。ところが、住

区内街路の各区間での交通量はほとんどの場合判っていないし、実測には大きな手間を要する。結局、全地区について評価値を求めるためには、何らかの方法で交通量を推計することが必要になる。住区内街路計画の研究で常に煩わされる問題がここでも又顔を出すのである。

そして最後に、本論では安全度の指標しか扱っていない。それも歩行者交通の視点からのみである。この安全性が住区内街路計画における評価において最重要指標であることは疑いないが、3章に述べた他の指標ももちろん検討されねばならない。そうすればまた、それらを総合する問題も出てくることになる。住区内街路整備評価方法を開発するという本研究の大目標からすれば、本論は未だほんの端緒についた段階といわざるをえないのである。

7. あとがき

本論は、中部大学大学院の松村和浩君(現新川町役場)の修士論文(1989)と同工学部鈴木昭史、谷口洋二両君の卒業論文(1990)からまとめた。評価論一般と住区内街路整備における評価技法に関して、多くの先行研究があり、それらの文献調査が必要であることは十分に承知している。とくに、危険度評価法の着想には小谷(神戸商船大)・山中(徳島大)

・塚口(京都大)の各氏の論文に負うところが大きい。それらの経緯にも触れるべきであろうが、今回は紙数、時間の関係から省略した。諸賢の寛恕を期待するとともに、各氏に謝意を表する。

参考文献:

- 1)松村和浩・竹内・松浦:ロードピア事業と住区内街路における自動車走行速度の分布について,土木学会第43回年次学術講演会講演概要集第4部(1988.10),p254-255
- 2)松村和浩・竹内:住区内街路計画の評価方法についての一考察,土木学会第44回年次学術講演会講演概要集第4部(1989.10),p312-313

表-2. 交差点危険度説明モデル(数量化理論I類)

($r = 0.97$, 切片値0.442)

アイテム	偏相関係数 スコア	カテゴリー／データ数／スコア					
交差点 形態	(0.92) 0.168	優先あり 2 0.088	優先なし 6 0.080	ミッド-ター 1 0.056	イェ-ジャン 16 -0.027	ハンフ 4 -0.029	直進遮断 2 -0.080
入口部の ハンフ	(0.45) 0.058	ハンフ 1 -0.047	イェ-ジャン 9 0.011	なし 21 -0.003			
入口部の ボラード	(0.63) 0.038	あり 6 -0.030	なし 25 0.007				
横断歩道	(0.95) 0.235	4 方向 2 -0.191	2 方向 7 -0.031	1 方向 10 0.007	なし 12 0.044		
明示され た歩道	(0.91) 0.103	4 方向 5 -0.067	3 方向 5 -0.050	2 方向 4 -0.011	なし 17 0.037		