



Title	ファジィ理論の景観評価への応用
Author(s)	永野, 孝一; 富坂, 峰人; 金安, 公造
Description	第2回衛生工学シンポジウム (平成6年11月10日 (木) -11日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 測定・評価 . 7-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 2, 259-263
Issue Date	1994-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7624
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-7-1_p259-263.pdf



ファジィ理論の景観評価への応用
APPLICATION OF FUZZY THEORY TO LANDSCAPE ASSESSMENT

永野孝一* 富坂峰人** 金安公造***
Takakazu NAGANO, Mineto TOMISAKA, Kozo KANEYASU

1. はじめに

近年、都市環境や生活環境をアメニティの観点から評価しようとする試みが多くなされている。さまざまな都市施設に対する質的な要求は、街路景観の向上にも向けられている。そのような社会の動きの中で、街路景観に関する研究も活発に行われ、さまざまな景観評価モデルが作成されている。しかし、そのほとんどが現状把握のための定性的なモデルであったり、CGなどの技法による景観描写の精緻化であり、評価の予測にまで至っていない。今後、定量的な評価を予測可能にするようなモデルを開発することが必要である。

また、現在の街路（あるいは歩道）景観のデザイン手法は、専門家であるデザイナーの感性に負うところが大きく、住民や利用者側からの意見が反映されにくい。このようなデザインの方法では、個性的で洗練された街路ができる可能性がある反面、独善的なものができる可能性もある。さらに、たとえ洗練されたものであっても住民や利用者に受け入れられるかどうかわからないという問題もある。したがって、景観問題はもちろんのこと、そのほかの都市施設の設計や建設にも住民と利用者の声を反映させるあるいは住民や利用者自身がその計画に参画するための方策が要求されつつある。少なくとも、基本的なデザインについてはその地域の住民や利用者の意見が取り入れられることが、望ましい都市施設整備の方法となるであろう。

以上のような観点から、本研究は商店街地域の歩道景観を対象として、街路の基本設計に関する項目と一般市民のよい街路をイメージする言語との関係を調べ、定量的な街路景観の評価モデルを作成することを目的とする。

2. 対象地域

商店街地域の歩道は、年齢や性別によらず多くの人を訪れ、消費活動に大きな影響を与える。また、利用のされ方も多様であることから、市民の関心が高い街路だということができる。逆に、商店街の側から考えると、その地域の歩道の魅力が高まることは、集客力が強まることにもなるので、景観整備は重要な課題となってくる。特に、中心商業地域においては、「都市の顔」としての役割も担っているため公的整備の必要性も高い。これらのことから、本研究では、景観整備の必要性が高いと考えられる商店街地域の歩道を研究対象とする。

3. 研究の流れ

街路はさまざまな要素から構成されている。したがって、街路の景観を評価するためには、その街路の大きな構成要素でありかつ景観を特徴づける項目を選定し、それらを総合的に評価しなければならない。

また、評価項目は街路の基本設計に関する項目でもある。デザイナーは、それらの具体的な数

* 都市環境研究会, ** 日本工営, *** (株)長大

値と街路（あるいは歩道）完成後のイメージを結びつけることは容易であるが、一般市民には数値を示されてもどのような景観になるのかイメージしにくい。

そこで、評価項目は、既往研究 [1] から次節に述べる5項目を選定し、それぞれの評価を行うにあたっては言語による評価尺度と物理的な評価尺度を設定する（以降、前者を言語変数、後者を物理変数とよぶ）。つまり、評価項目を言語変数で表した調査票と物理変数で表した調査票の2種類を作成し、アンケート調査する。その後、双方の調査結果を比較するとともに、言語変数での総合評価の可能性を検討する。さらに、評価項目の重要度と併せて総合評価モデルを作成し、その有効性を確認する。

4. 評価関数の推定

4.1 評価項目の選定と尺度化

選定した評価項目は、①街路樹、②草花（プランター）、③駐輪、④歩道幅、⑤電柱・電線の5項目である。

それぞれについて、日常使っている「多い」「少ない」などの言葉を用いて言語変数とする。例えば、街路樹の「多い」歩道について、景観としての好ましさを評価点として得た。一方、物理変数については、写真をモンタージュすることによって調整した（以降、フォトモンタージュとよぶ）。つまり、着目している評価項目の景観評価に与える影響を明確にするために、例えば、街路樹の量のみを変化させたフォトモンタージュを被験者に示して景観の良さを評価点として得た。評価項目の変数および変域とそれぞれの留意した事項は、次のとおりである（表1）。

①街路樹；言語変数は、「ない」「少ない」「中程度」「多い」「非常に多い」の5種類である。物理変数は、写真内に占める街路樹の面積率（以降、占有面積率とよぶ）とし、0、5、10、15、20、25の6枚のフォトモンタージュを用いた。住宅地における緑に対する満足感と画面内の緑の占有面積（緑視率）については、0～50%の間で、緑量感が少ない～多いと変化するという調査例がある [2]。しかし、商業地域における緑視率50%の確保は実際にはきわめて困難であることから、最大25%、6段階を設定した。

②草花（プランター）；言語変数は、街路樹と同じである。物理変数も、占有面積率とする。ただし、変域は0～20%にして5枚のフォトモンタージュを用意した。

③駐輪；言語変数は、街路樹と同じである。物理変数も街路樹と同じとした。駐輪は、マナーの悪さも景観評価に影響を与えるが、乱雑な並べ方は占有面積率にある程度反映されているものと考えた。

④歩道幅；言語変数は、「ない」「狭い」「普通」「広い」「非常に広い」の5種類とした。また、物理変数は、歩道幅0、2、4、6mとした。

⑤電柱・電線；言語変数は、街路樹と同じである。物理変数は、歩道の距離60mあたりの電柱の本数とし、0、2、4、6本の4パターンを用意した。これは、被験者へ提示するフォトモンタージュは奥行き60mに相当する部分までが評価対象として認知できるからである。

以上のような評価項目と変数とともに、言

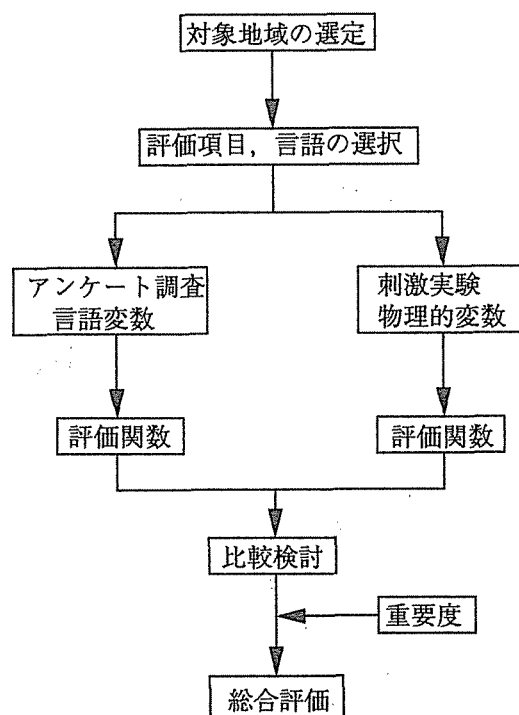


図1 研究の流れ

表1 評価項目（物理変数）と変域

評価項目	変数	変域	写真枚数
街路樹	写真内の占有面積率	0～25%	6
草花	〃	0～20%	5
駐輪	〃	0～25%	6
歩道幅	m	0～6m	4
電柱・電線	60mあたりの本数	0～6本	4

表2 評価項目の変数別平均と標準偏差

物理的変数	低	←	→	高
街路樹	0.14 (0.24)	0.19 (0.19)	0.36 (0.22)	0.64 (0.21) 0.77 (0.22) 0.83 (0.27)
草花	0.17 (0.20)	0.54 (0.24)	0.70 (0.24)	0.76 (0.26) 0.59 (0.30) —
駐輪	0.85 (0.22)	0.59 (0.24)	0.39 (0.24)	0.17 (0.22) 0.03 (0.09) 0.01 (0.08)
歩道幅	0.08 (0.19)	0.30 (0.26)	0.75 (0.22)	0.65 (0.31) — —
電柱・電線	0.86 (0.23)	0.60 (0.24)	0.33 (0.22)	0.19 (0.23) — —

言語変数	1	2	3	4	5
街路樹	0.20 (0.25)	0.34 (0.23)	0.62 (0.23)	0.72 (0.27)	0.52 (0.30)
草花	0.25 (0.28)	0.35 (0.19)	0.67 (0.24)	0.67 (0.27)	0.58 (0.33)
駐輪	0.84 (0.30)	0.66 (0.25)	0.45 (0.21)	0.15 (0.15)	0.06 (0.11)
歩道幅	0.10 (0.16)	0.18 (0.22)	0.56 (0.14)	0.81 (0.22)	0.71 (0.31)
電柱・電線	0.93 (0.19)	0.65 (0.27)	0.42 (0.19)	0.15 (0.17)	0.08 (0.20)

備考) 括弧内が標準偏差を表す。低～高は、変数の小さい数から大きい数を表す

語変数あるいはフォトモンタージュを刺激として被験者に提示し、それぞれ商業地域の歩道としての景観を評価してもらう。そして、得られた個別の評価点から総合評価値を得るために、選んだ評価項目の尺度化を行う。すなわち、評価項目の変数と評価点0（悪い）～1（良い）を結びつける評価関数を同定する。物理的変数の場合は、説明変数と目的変数すなわち評価点はともに数量であるからそのまま回帰分析すれば評価関数を推定できる。しかし、言語変数は、そのままでは評価関数を記述できない。よって、上述した変数に順に1～5の数を名義的に割りあて、つまり等間隔尺度を仮定して評価関数を推定した。

4.2 調査結果

表2にアンケート調査した結果を示した。さらに、例として駐輪と歩道幅の評価関数を図2に示した。図2の実線はすべてのデータによる回帰曲線つまり評価関数であり、点線は各変量での平均値 $m \pm$ 標準偏差 σ の回帰曲線である。

5. 総合化の方法

総合評価値は、各評価項目の評価値を集約することによって得られる。一般に、 $V=f(W_i, V_i)$ と表される。ここで、 V ；総合評価値、 W_i ；評価項目の重要度、 V_i ；評価項目の評価値、 f ；総合評価関数である。前節での調査結果より、評価関数 V_i は得られる。また、本研究では、各評価項目の重要度はAHP（階層分析法）によって得た。AHPとは、評価項目間で一対比較することにより各評価項目の重要度を計算する手法である [3]。アンケート調査では、評価項目の中からふたつずつを取り出して商業地域の歩道景観の良し悪しを考える際にどちらの方がどれだけ重要かを質問した。その結果得られた重要度は、言語変数と物理的変数の比較を行うことを主目的としているため、いずれの総合評価モデルでも同じ数値を用いた。得られた各評価項目の重要度は、表3のとおりである。総合評価関数は、後述するように2種類のものを採用し比較検討した。

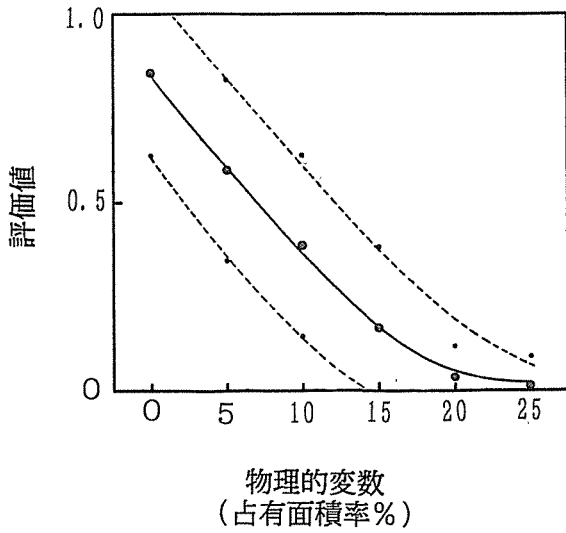
6. 総合評価モデル

総合評価モデルは、次のようなふたつを考えた。

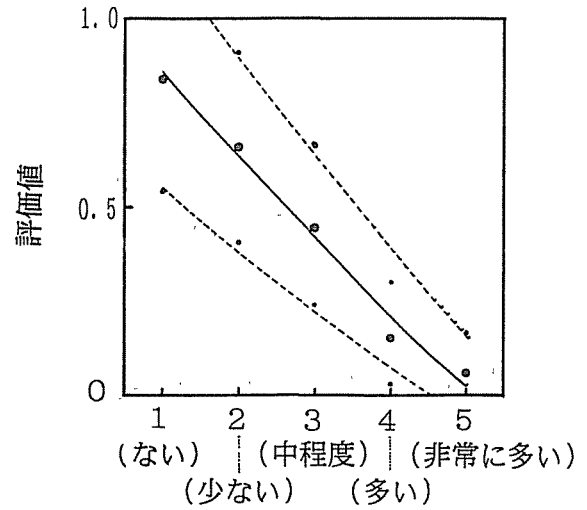
①ファジィ演算による方法

言語変数、物理的変数のいずれについても回答にバラツキがある。つまり、一般市民が評価をしたとき、評価値はある程度幅を持った値になると考えられる。そこで、図3のように、その回答のバラツキをメンバーシップ関数とみなし、評価点にもグレードがあるものと考え、評価点のメンバ

評価関数（駐輪）

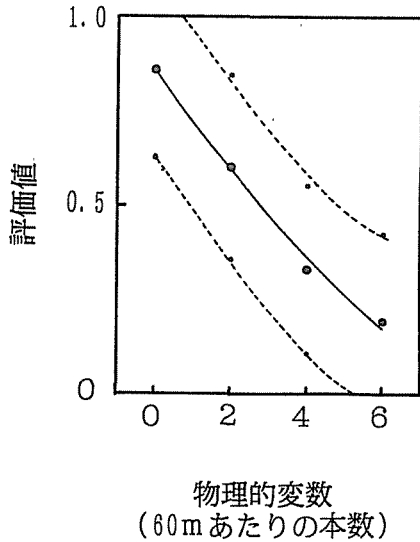


評価関数（駐輪）

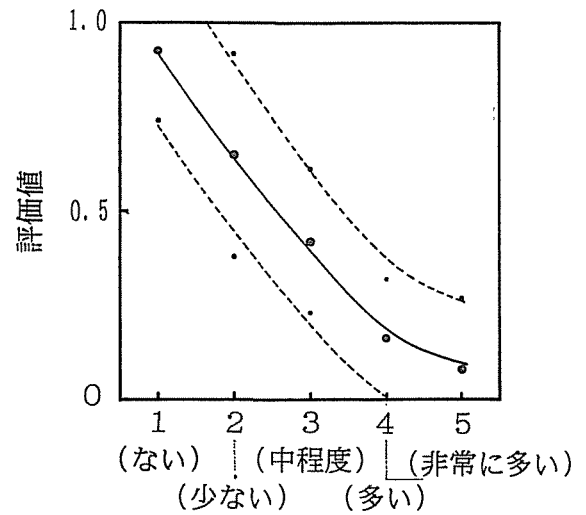


言語変数

評価関数（電柱・電線）



評価関数（電柱・電線）



言語変数

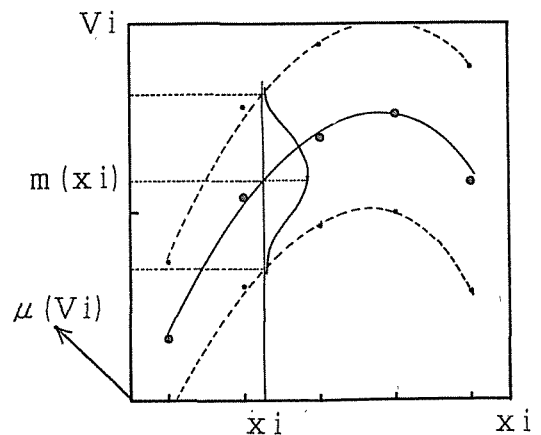
メンバーシップ値を次のように計算できるものと仮定した。 図2 評価関数（上一駐輪，下一電柱・電線）

$$\mu(V_i) = \exp \left\{ -\frac{(V_i - m(x_i))^2}{2\sigma(x_i)^2} \right\} \quad (6-1)$$

これは、評価値 V_i が平均値 $m(x_i)$ に等しいときメンバーシップ値が1となる、幅がほぼ標準偏差 $\sigma(x_i)$ に等しい釣り鐘型のメンバーシップ関数である。ここで、 $m(x_i)$ は4節で得られた回帰曲線であり、 $m \pm \sigma$ の回帰曲線との差を標準偏差 $\sigma(x_i)$ とした。そして、これに、5節で述べた重要度を乗じ、さらに重心を計算しそれを総合評価値とした。すなわち、(6-2)式のように示される。

$$V = \frac{\sum W_i \cdot (\max \mu(V_i) \cdot V_i)}{\sum V_i} \quad (6-2)$$

図3 ファジィ評価関数



②重みづけ線形和

①と比較するために、いわゆる加法型の総合評価関数も計算した。計算式は、次のとおりである。

$$V = \sum W_i \cdot V_i, \quad V_i = m(x_i) \quad (6-3)$$

このモデルは、回答の分布を一切無視して平均値のみで評価しようとするものである。

7. 結果と考察

①評価関数について

表2より、各評価項目は言語変数と物理的変数は密接な関わりがあることがわかる。特に、歩道幅、電柱・電線の評価関数はほぼ同形であり、決定係数も大きい。ただし、いずれの評価項目でも言語変数の方が標準偏差が大きくなる傾向がある。これは、言語のみでは被験者間のイメージに開きがあることを意味している。逆にいうと、物理的変数ではフォトモンタージュという具体的な媒体があるので回答

の分布は、言語変数に比べて狭くなるものと考えられる。しかしながら、例えば歩道が広いと感じるのは幅が4m前後であり、これ以上広いと「非常に広い」とは感じるものの景観としては悪くなるなど言語変数と物理的変数は対応づけることができる。総合評価するにあたっては、言語変数で調査しても物理的変数で評価しても、いずれでも同様な結果が得られるものと考えられる。

②総合評価について

以上のような考察をもとに、14枚の街路景観の写真を用いて総合評価を試みた。写真から物理的変数の値を読みとり総合評価モデルで計算して得られた総合評価値とアンケート調査して得られた総合評価値とを比較した。その結果は図4のとおりである。●は、ファジィ演算による方法の結果あり、□は重みづけ線形和の結果である。いずれの総合評価モデルも同程度の予測力があるといえる。しかし、前述したように回答分布を考慮したファジィ演算の方がより実際に近い評価を行っている。

8. おわりに

本研究で得られた結果をまとめると以下のようなになる。

①言語変数の方が回答にバラツキが大きい。しかし、言語変数と物理的変数は関係づけることができる。その結果、いずれの評価関数を用いても景観評価は可能である。②回答の分布をメンバーシップ関数として取り入れ、ファジィ演算を用いた総合評価モデルは有効である。

今後、これらの研究成果を踏まえたよりよい総合評価モデルを開発することが課題である。そして、ファジィ理論の応用として、専門家へのヒアリングから制御ルールを抽出あるいは構築し、さまざまなシステムのコントロールへ適用している例は数多くある。街路空間のような公共空間の設計について、細かな設計仕様だけではなく、それに対応するファジィではあるがわかりやすい言語を用いての市民の参加できる社会システムも必要になるであろう。

参考文献

[1] 渡部和彦；フォトモンタージュを用いた都市景観評価に関する研究，1992， [2] 青木陽二；街路における緑量感の分析，環境情報科学，18-1，1989， [3] 刀根 薫；ゲーム感覚意思決定法，日科技連，1986

表3 評価項目の重要度

評価項目	街路	樹草	花	駐輪	歩道幅	電柱
重要度	0.260	0.154	0.229	0.267	0.110	

図4 総合評価の比較

