住環境評価システムの構築 —快適度定量化手法の提案*

大場 和久**・柳本 哲也***・久津輪敏郎**

Evaluating System for Residential Environment —Proposal of a Method to Quantify Comfort Degrees*

Kazuhisa OBA**, Tetsuya YANAGIMOTO*** and Toshiro KUTSUWA**

1. はじめに

従来、住環境は騒音、大気汚染などの異なる指標で評価されてきたが、これらの異なる尺度で表されるものをどのように総合的に判断するのかといったことが議論の対象となってきた。

本論文では、住環境への影響を定量的かつ総合的に評価することのできる住環境評価尺度を提案する^{1),2)}。提案する評価尺度を用いて住環境を評価することにより、快適都市づくりや住民の同意が得られる開発を行うために必要な情報を提供できる。本手法は精神医学で用いられているストレス度^{3),4)}に基づき、環境評価に適用できるような標準刺激、演算方法などに改良を加えたものである。

2. 問題の背景

大気汚染や騒音などの公害を解決できていない地域、さらに新たな公害に悩まされている地域も多数あるが、かつて公害都市の代名詞ともなった四日市市をはじめとしていくつかの都市では公害が克服され、快適都市づくりの段階へと移行しつつある。

公害克服の段階では、目的が明確で住民の利害が一致すること、問題の緊急性、必要な情報（大気・水質・騒音などの公害データ）や対策も明確であるなどの理由により、公害問題を克服した例がいくつか見られる。快適都市づくりの段階では、性別、年齢、職業、居住形態などに起因した住民の要望の違いにより、利害の一致がみられていない。そのため、各地域において、さまざまな環境計画やアメニティ計画が立案・実施されているものの、

期待どおりの成果が得られていないのが現状である。対策面においても、公害克服に関わる目標は具体的に数値で表されているが、快適都市づくりでは漠然とした環境計画を定めるに留まっている。このことは、快適都市づくりに対して、住民が期待し必要としているものを行政が把握しきれていないことに起因していると考えられる。

住宅地域におけるさまざまな施設は、経済的、社会的な活動を行ううえで、人々の暮らしに必要不可欠である。施設の新たな整備や既存施設の有効利用などの開発プロジェクトは、住環境にプラス・マイナスの両面の影響をもたらす。開発プロジェクトを行う際には、住民の同意が得られるように開発計画段階でアセスメントを行う必要性が認識されつつある。

快適都市づくりのための情報収集や計画アセスメントのシステム化のためには、住民が各施設から受ける影響を定量的・総合的に評価することが必要である。

3. 快適度の提案

住環境を総合的に評価することの必要性が認識されつつあり、いくつかの研究報告もなされている。WTP (Willingness To Pay), WTA (Willingness To Accept) などのCVM (Contingent Valuation Method) を用いた調査方法は、環境の質の変化を金額であらわすことで、環境を経済的に総合評価しようとするものである⁵⁾。しかし、住民に対する調査の段階で環境価値を貨幣単位で評価することに抵抗感のある人が多く、いくつかの問題点を残している。

一方、精神医学ではHolmesら³⁾、夏目ら⁴⁾はストレスサー（ストレスの原因となる因子）とストレスとの関係を表す調査報告を行っている。これらの方法は、「結婚」によって受けるストレスを基準として、さまざまなストレスサーによる刺激をストレス度を用いて定量化する、いわゆるマグニチュード推定法の範疇に属する。しかし、以下の理由により上記のストレス度を住環境評価の尺度として用いることは難しい。

* 原稿受付 1997年6月12日

** 大阪工業大学 工学部 Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology; 5-16-1 Omiya, Asahi ward, Osaka city, Osaka 535-0002, JAPAN

*** 立命館大学 大学院 理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University; 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu city, Shiga 525-0055, JAPAN

Key Words: comfort degree, social readjustment rating questionnaire, evaluation of environmental impacts.

- (1) 基準とした「結婚」は個人によって受けるストレスのばらつきが大きいので、標準刺激として適当でない。
- (2) 自己評価できる範囲を超えるストレスに対してでも定量化しようとしている。
- (3) 快・不快の両面を持つストレスをその大きさのみの絶対値で表している。

本研究では、ストレスの問題点を改良した、住環境評価に用いることのできる尺度として快適度を提案する。

提案する快適度では、(1), (2) の改良点として「限界ストレス」⁴⁾ (耐えられる限界のストレス) を越えるようなストレスが加わったときには自身のストレスを自己評価するのは難しいという立場で、「限界ストレス」を標準刺激として、標準刺激以下のストレスによる刺激をマグニチュード推定法を用いて定量化する。(3) の問題点については、何も感じない場合を 0 点、不快な「限界ストレス」を -100 点、快適と感じる場合をプラスとして、-100 点から +100 点の間で回答者により自己評価してもらうことで対処する。なお、+100 点は「限界ストレス」と同じ大きさを持つ快適刺激を表す。

4. 快適度の定量化

快適度を演算可能な尺度とするために、比率尺度の特性を持つお金と比較することによってモデル化を行う。

基礎調査では、お金を得たときと失ったときの快適度を -100 点から +100 点の間で被験者に自己評価してもらった。Table 1 に基礎調査の概要を示す。Table 2 に 1 人の被験者に対する基礎調査結果のうち快適度がプラス側の場合を示す。なお、本調査ではお金を得たときと失ったときとを別々にたずね、聞取りの順番は Table 2 のようにランダムで行った。

Fig. 1 に縦軸に $\ln(100 - \text{快適度})$ 、横軸に金額をとって Table 2 のデータをグラフ化した。Fig. 1 (b) は Fig. 1 (a) の金額が小さい部分を拡大したものである。金額が大きい部分 (10 万円-5,000 万円) と小さい部分 (100 円-2 万円) について、それぞれ高い相関で一次線形近似できる。

快適度がマイナスの場合についても同様に、それぞれ

Table 2 Results of the examination when the subject feels comfortable

amount of money [yen]	comfort degree
100	1
20,000	20
5,000	10
1,000	5
200	1
50,000	30
10,000	15
2,000	8
500	2
100,000	30
100,000,000	100
10,000,000	40
50,000,000	70
20,000,000	55

(a) When the amount of money is 100,000 to 50,000,000 yen

(b) When the amount of money is 100 to 20,000 yen

Fig. 1 Graph of amount of money- $\ln(100 - \text{comfort degree})$

高い相関で一次近似できる。

上記の考え方に基いて、(1) 式のような快適度-金

Table 1 Outline of the examination

Date	1996/3-6
Subjects	College students: 10 College students' family: 10
No. of responses	20
Method of examination	Interview method

額のモデルを提案する.

$$y = f(x) \quad (1)$$

$$f(x) = \begin{cases} 100(1 - ke^{-ax} - (1-k)e^{-bx}) & (x > 0) \\ -100(1 - ke^{ax} - (1-k)e^{bx}) & (x < 0) \end{cases}$$

y : 快適度, x : 金額 [円]
 a, b, k : パラメータ ($a > b > 0, 0 \leq k \leq 1$)

(1) 式のモデルにおいて, Fig. 2 の全被験者のデータを回帰させることにより, パラメータ a, b, k および (1) 式との相関係数を求めた (Table 3).

(1) 式のモデルによって快適度を比率尺度である金額に変換することで, 複数の快・不快となる因子を同時に受ける場合の快適度が次式のように演算可能となる. ただし, 次式において f^{-1} は f の逆関数を表す.

Fig. 2 Graph of amount of money—comfort degree

Table 3 Value of parameter a, b, k

a	1.39×10^{-4}
b	2.20×10^{-6}
k	4.60×10^{-1}
Correlation coefficient	0.950

$$y = f(f^{-1}(y_1) + f^{-1}(y_2) + \dots) \quad (2)$$

$y_i (i = 1, 2, \dots)$: 因子 i による快適度

これまで提案されてきた快適度の演算方法は, 単に快適度の合計や平均を取るものであり, 精神的に大きな苦痛となる不快因子も, 複数の小さな快適因子により相殺されるという結果となっていた. 提案する方法では, とび抜けて絶対値の大きな快適度を持つ因子があると総合的な快適度はこの値に引っ張られるといった評価結果となる. 実際に, 騒音などの深刻な問題を引き起こしている地域では, いくつかの小さな快適因子によって大きな不快因子が相殺されているわけではなく, 訴訟にまで発展するケースが見受けられる. このように提案する評価手法は, 快適度の合計や平均を取る方法と比べより直感的に理解できる結果が得られる.

5. おわりに

本速報では, 快適度と金額との比較解析を行うことで快適度の総合評価をするための演算方法を提案した. 快適度の尺度としての妥当性の解析, 複数の対象が同時に快・不快の因子を受ける場合の総合評価手法の確立, 住環境評価問題への適用などが今後の課題である.

参考文献

- 1) 柳本, 大場, 久津輪: ストレス度を用いた快適度の定量的評価手法の提案; 第 40 回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, pp. 507-508 (1996)
- 2) 大場, 柳本: 住環境評価システムの構築～快適度定量化手法の提案～; 日本機械学会, 第 6 回 FAN シンポジウム講演論文集, pp. 392-393 (1996)
- 3) T.H.Holmes and R.H.Rahe: The social readjustment rating scale; *Journal of Psychosomatic Research*, Vol. 11, pp. 213-218 (1967)
- 4) 夏目, 村田: ライフイベント法のストレス度測定; 公衆衛生研究, Vol. 42, No. 3, pp. 402-412 (1993)
- 5) 盛岡, 梁, 城戸: 大阪湾沿岸域水環境の経済的価値評価の試み; 土木学会論文集, No. 518, pp. 107-119 (1995)