HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	多属性効用理論による宅地評価構造の分析
Author(s)	千葉, 博正; 山形, 耕一; 五十嵐, 日出夫
Citation	北海道大學工學部研究報告, 119, 53-62
Issue Date	1984-02-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/41852
Type	departmental bulletin paper
File Information	119_53-62.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学工学部研究報告
第119号（昭和59年）

Bulletin of the Faculty of Engineering,
Hokkaido University, No.119(1984)

多属性効用理論による宅地評価構造の分析

千葉　博正　山形　耕一　五十嵐日出夫

（昭和58年9月30日）

A Study on the Mechanism of Housing Estate Evaluation by Means of Multiple Utility Function

Hiromasa CHIBA, Koichi YAMAGATA, Hideo IGARASHI

(Received September 30, 1983)

Abstract

This research attempts to apply the multiple utility function to the valuation of housing estate. Hitherto, in most work investigatores have measured the value of housing estate by the land price. That is, the value function of which dependent variables are the distance from CBD, the level of provision of daily living facilities, environmental conditions around estates and so on, has been developed to explain the land price. This type of approach has the advantage of being able to build the value function from existing statistic data, but has no way little ability to describe the preference of purchaser to choose the site. In this research, the multiple utility functions of individual purchaser is developed on the survey data of his preference. Thus the values of utility of more than a hundred housing sites are estimated, and the valuation of each purchaser is compared in order to test the function.

Hitherto, it was thought that very complicated survey procedure would be necassary to build the multiple utility function. This research proposed a more simplified procedure to test the independency between factors, and this renders the multiple utility function to be a practical method to evaluate the housing estate. In addition, the value functions of supplier are developed and the consistency of valuation between purchasers and supplier is analysed.

1．はじめに

本研究は，宅地の供給者側及び需要者側それぞれの立場に立つ複数の被験者による宅地評価の分析を行ない，各住宅地毎に具体的な評価値を求めることによって，望まれる住宅地の立地要件と水準を探ろうとしたものである。また本研究においては，住宅地の評価値を求めるに際して多属性効用理論を用いており，宅地評価分析における多属性効用理論の適用方法について，検討を加えている。

一般に，居住水準や立地環境など住宅問題は，その地域の特性を反映した諸相を呈し，「住宅事情の地方性」に関する問題として広く論じられている。いうまでもなく住宅は土地に密着したものであり，その地域の自然条件・経済条件・社会条件・文化条件などと深くかかわり合っており，

土木工学科　交通計画学講座

また時代の変化によってそれぞれの要因の影響度合も異なってくるといえる。既に東京をはじめとする大都市圏においては，一戸建住宅の価格は平均的な購買者層の取得限界に近い水準にまで達しているといわれているが，地方都市においては中高層集合住宅・一戸建住宅とも極端な価格差はみられず，住宅地選定行動においても，大都市圏のそれとは異なった評価基準を有しているといえる。

従来，宅地の評価方法として一般的なものは，①地価を代表的な評価値とみなし，各種の立地環境指標を説明変数として評価関数を求めようとするものや，②被験者に宅地のサンプルを提示し，被験者が任意に付したランク値などを評価値として，立地環境指標との関連性を求め評価モデルとするもの，に大別することができる。①の方法によるものは，「宅地付け値曲線」などが代表的なものであり，分析の視点によって，生産者の行動を基礎にして一般均衡モデルを構成しようとするものや，家計の行動を中心に一般均衡モデルを構成しようとするものに分類することができる。これらのモデルにおいては土地の属性を表わす指標はごく限られたものであり，多くの場合，都心からの距離のみによって他の土地と区別されるという仮定に基づいている。またこのような理論モデルとは別に，経験的に知られる地価を被説明変数とし，都心からの交通抵抗や日常生活施設のサービス水準などを説明変数とした回帰分析モデルによる方法もみられる。これらの方法はいずれもいわば比較的マクロな視点からの評価方法であり，個々の評価主体における宅地の様々な形質に対する評価にまで立ち入るものではない。

②の方法によるものは，被験者の付したランク値を外的基準とし，立地環境指標を要因とする判別分析モデルなどが代表的なものである。この方法は，一定の水準に設定された要因に対する評価パターンに基づいて，外的基準に対する要因の影響度とスコアを求め，各要因に対して一定の評価パターンが得られた場合，合成された得点がどのランクに分類されるのかみようとするものである。従ってこの場合，必ずしもそれぞれの要因について，水準の変動に伴なう各要因の評価値が得られるものではない。

住宅地の立地選定行動は，個々の評価主体の有する一定の費用水準と，住宅地の様々な形質によって生ずる効用水準とのバランスによって決定される。このような決定過程は一種の多目標問題として把えることが可能であり，多属性効用理論を用いることによって，個々の評価主体における評価構造を明らかにすることができるものと考えられる。

2．評価関数の構成

ここでは多属性効用理論を用いた評価関数の構成について，一般に行なわれているモデル構築の手順を示すとともに，本研究において改良を試みた方法について述べる。

2－1　多属性効用関数構築の一般的方法

多属性効用理論を用いた宅地評価関数は，評価対象とされる宅地の形質を表わす各種の立地環境指標（要因または属性）の水準変動に対する，個々の評価主体の評価関数（単一属性効用関数）を求め，それぞれの属性に対する評価関数の合成関数（多属性効用関数）として構成される。

多属性効用関数は次下に示すKeeneyの定理に理論的根拠を置くものであり，関数構築の一般的な手順は以下に示すとおりである[1),2)]。

〈Keeneyの定理〉

各属性をX_i（$i=1\cdots$，n，$n\geqq 3$）で表わし，各属性の特定水準のペア$x\equiv(x_1\cdots, x_n)$は直積$X\equiv X_1\times\cdots\times X_n$の一要素とする。$X_i$ならびに$X_i$と$X_j$を除いた直積をそれぞれ$\overline{X}_i$，$\overline{X}_{ij}$，で

表わし，その特定水準のペアを $\bar{x}_i$，$\bar{x}_{ij}$ で表わす。ある X_i に対して，$X_i \times X_j$ がすべての $j \neq i$ に関して $\overline{X}_{ij}$ から選好独立であり，かつ X_i が $\overline{X}_i$ から効用独立であるならば，

$$u(x)=\sum_{i=1}^{n} k_i u_i(x_i),\quad \sum_{i=1}^{n} k_i=1 \tag{1}$$

または，

$$1+ku(x)=\prod_{i=1}^{n} [1+kk_i u_i(x_i)],\quad \sum_{i=1}^{n} ki \neq 1 \tag{2}$$

である。

ここで，u と u_i は基準化された効用関数であり k_i は $0<k_i<1$ の値を有する尺度構成係数。k は $k>-1$ である非ゼロの比例定数である。(1)式は加法的効用関数，(2)式は乗法的効用関数であり，$u_i(x_i)$ は属性 X_i に関する単一属性効用関数である。

多属性効用関数を構築するためには，属性相互の選好の独立性と効用の独立性が検証されなければならない。検証の方法としては以下に示す幾つかの方法が知られている。

（ｉ）選好独立性の検証

①無差別点の変動をみる方法 —— $\overline{X}_{ij}$ を或る値に固定しておき，$X_i \times X_j$ 平面の或る点（x_i, x_j）と無差別な点（x_i''，x_j''）を被験者に質問し，$\overline{X}_{ij}$ が別の値に固定されたとき，上記の2点がいまだに無差別となっているかどうかを確認する。

②選好順序による方法 —— $\overline{X}_{ij}$ を或る値に固定しておき，任意の2点（x_i，x_j）と（x''_i，x''_j）に対する選好状態（順序）を被験者に質問する。この2点が無差別であれば上記①と同様の方法によって検証を行ない，どちらかを選好している場合には，$\overline{X}_{ij}$ を別の値に固定しておいて同様の質問をする。選好順序を逆転するものでなければ，$X_i \times X_j$ は $\overline{X}_{ij}$ から選好独立である。

（ii）効用独立の検証

①確実等価な点の変動をみる方法 —— $\overline{X}_i$ を或る値に固定しておき，確率 P_i で $(x'_i, \bar{x})$，確率（$1-P_i$）で（x''_i，$\bar{x}_i$）をもたらすロッタリーと無差別であるような確実等価を被験者に質問する。次に $\overline{X}_i$ を別の値に固定しておきその確実等価がロッタリーに対して無差別であるかを確認する。

②ロッタリーの選好順序による方法 —— $\overline{X}_i$ を或る値に固定しておいたときの，或るロッタリーと別のロッタリーに対する選好の程度が同じであるかを確認する。

以上のような方法によって，選好の独立性が確認された属性間においては，$\overline{X}_{ij}$ の値に関係なく尺度構成係数 k_i の順序は全く同じ結果となる。k_i を順序づける方法としては以下の方法が知られている。

（iii）尺度構成係数 k_i の順序づけ

①二つの属性 X_i，X_j を直接比較する方法 —— X_i と X_j の最悪の水準（x_i^w，x_j^w）を出発点として，いずれかの最良の水準を含むペアー（x_i^b，x_j^w），（x_i^w，x_j^b）を比較選択することによって，k_i と k_j の順序づけを行なう。

②二つの無差別な点を利用する方法 —— $X_i \times X_j$ 平面において，点（x_i^w，x_j^b）と無差別な点（x_i^*，x_j^w）を被験者に質問する。もし X_i 軸上に無差別点があれば，$0 \leqq u_i(x_i) \leqq 1$ であり $k_i > k_j$ が得られる。X_i 軸上に無差別点がなければ，（x_i^b，x_j^w）も無差別な点（x_i^w，x_j^*）を質問する。

①または②の方法をすべての属性について適用すれば k_i の順序づけを行なうことができる。

（iv）k_i の推定

①無差別点の確率を求める方法 —— 確実な（x_i^b，$\bar{x}_i^w$）と確率 P_i で x^b，確率（$1-P_i$）で x^w

をもたらすロッタリー$\tilde{x}_i$の間で無差別となるような確率P_iを求める。

② $X_i \times X_j$平面の無差別点のペアを利用する方法——$X_i \times X_j$平面においては，$k_j = k_i u_i$ (x_i^j)，$j \neq i$が成り立つ，従ってk_i，u_i (x_i)，$x^j{}_i$が知られると，k_jを決定することができる。

（v）単一属性効用関数 u_i (x_i) の推定

確率P_iで$(x_i^b, \bar{x}_i^w)$，確率$(1-P_i)$で$(x_i^w, \bar{x}_i^w)$をもたらすロッタリー$\tilde{x}_i$と無差別な確実等価を$\hat{x}_i$とすると$u_i(\hat{x}_i) = P_i$となる。従って様々な$P\ i$に対する$\hat{x}_i$を求めることによってu_i (x_i)を推定することができる。

（vi）多属性効用関数のタイプ識別

多属性効用関数が，加法的効用関数であるか乗法的効用関数であるかを識別する方法としては，次の二つの方法が知られている。

①尺度構成係数k_iの総和をチェックする方法

②二つのロッタリー間の選好度を調べる方法

(vii) 乗法的効用関数の比例定数kの推定

前述の(2)式に$x = x^b$ $(x_1^b, x_2^b \cdots, x_n^b)$を代入すると次式が得られる。

$$Hk = \prod_{i=1}^{n} (1 + k k_i) \tag{3}$$

k_iがすでに知られているものとすると，この多項式をkについて解くことによってkの値を求めることができる。

一般的には以上の方法によって，多属性効用関数を構築することができる。しかしながら実際に用いる場合には，以下のような問題点が存在し，これらの点に配慮することが必要である。

①属性の数が増加するにつれて，質問数が指数的に増加するため，検討できる属性の数が制限される。

②質問内容に確率的な概念が含まれるため，一般の人には答えにくい。

③回答の誤差により関数型が大きく変化する可能性があり，感度分析などが必要である。

④一貫した関数を得るためには，被験者へのフィードバックを何回も行なう必要がある。

⑤一回のアンケートに多くの時間を必要とする。

⑥個々の被験者から得られた多属性効用関数を，集団全体の効用関数として構成することが難しい。

2－2 本研究における多属性効用関数の構築方法

図－1は本研究における多属性効用関数の構築方法を示したものである。後述する方法によって，相互選好独立，相互効用独立の検証過程に改良を加えるとともに，関数型の識別を行なう過程や尺度構成係数k_iの推定過程などにフィードバック・ループを設け，精度の向上を図っている。

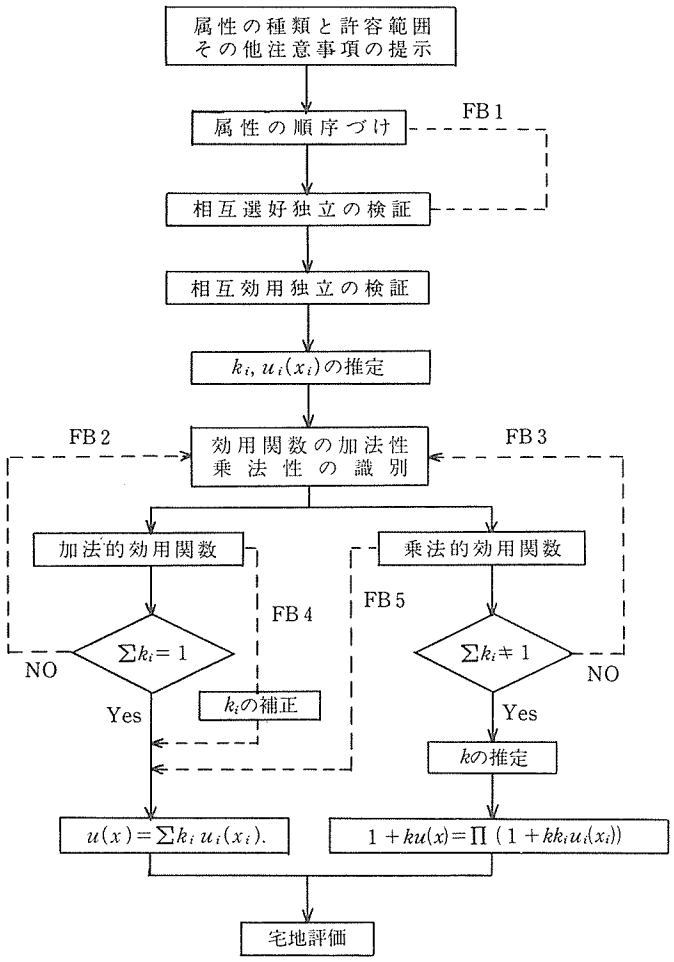
（i）相互選好独立性の検証方法

属性の数をnとすると，選好独立性の検証を行なう条件の数PI (n)は次式のようになり，nが増加するにつれて，検証する数は膨大なものとなる。

$$PI(n) = {}_nC_1 + \cdots\cdots, + {}_nC_{n-1} = 2^n - 2 \tag{3}$$

従って本研究においては以下に示すLeontief, Gormanの定理を用いることによって，検証数の軽減を図っている。

〈Leontief, Gormanの定理〉[1)]



図－1　多属性効用関数評価手順

属性の集合を$S = \{X_1 \cdots\cdots, X_n\}$とし，$Y$と$Z$をその部分集合とする。ただし$Y$と$Z$は重複するが，他方が一方に含まれることはなく，その和集合$Y \cup Z$はSに等しくないとする。このとき，YとZがそれぞれの補集合と選好独立ならば，以下の部分集合はそれぞれの補集合と選好独立である。

① $Y \cup Z$　② $Y \equiv Z$　③ $Y - Z$および$Z - Y$　④ $(Y - Z) \cup (Z - Y)$

またこのことから，すべての2つの属性の対がその補集合と選好独立ならば，すべての属性は相互選好独立となることが知られている。

従って以下の方法を用いることによって，検証数の軽減を図ることができる。

①属性の集合$\{X_1, X_2 \cdots\cdots, X_n\}$を被験者に提示し重要度の高い順序に並べかえを行なう。その結果の集合を$\{Y_1, Y_2, \cdots\cdots Y_n\}$とする。ただし$Y_1$は最も重要度の高い属性を示し，$Y_n$は最も重要度の低い属性を示す。

②$\{Y_1, Y_2\}, \{Y_2, Y_3\}, \cdots\cdots, \{Y_{n-1}, Y_n\}$の順にその補集合との選好独立性を検証する。

③選好独立性が検証されなかった場合には，重要度の低い属性を除き，次順位の属性とのペア

を作り，そのペアと補集合との選好独立性を検証する。

このようにして，すべての属性について相互選好独立性を検証することができる。この場合の検証数は、

$$PI(n)=n-1 \qquad (4)$$

となる。

このような属性間に順序付けを行なうことによって，以下に示す相互効用独立性の検証を軽減化することができるとともに，尺度構成係数 k_i の推定を容易にすることができる。

（ii）相互効用独立性の検証方法

前述のように，属性 X_1，…，X_n のすべての部分集合はその補集合と効用独立なら，属性 X_1，…，X_n は相互効用独立である。しかしこの場合も検証数は（3）式で表わされるように膨大なものとなる。

一方，属性 X_1，…，X_n が与えられたとき，X_1 が効用独立であり，$i=2$，$3\cdots n$　$n\geqq 3$ に対して$\{X_1, X_i\}$が選好独立であれば，属性 X_1，…，X_n は相互効用独立であることが知られている。

このことから，以下の方法によって相互効用独立性の検証を軽減することができる。

①まず（i）の方法によって，相互選好独立性を検証する。

②$\{Y_1, Y_2, \cdots, Y_n\}$ の中で最も重要度の高い Y_1 に対して，効用独立性を検証する。

③属性 Y_1 に対して，効用独立性が検証されなかった場合は，順次属性 Y_2，$Y_3\cdots$，Y_n に対して②の方法をくり返す。

この方法によると，効用独立性を検証する数は，

$$1\leqq UI(n)\leqq n$$

となり，検証数を大幅に軽減することができる。

（iii）尺度構成係数 k_i の推定方法

本論においては，2－1（iv）において述べた方法，①および②を併用し，以下の方法によって k_i を推定する。

①相互選好独立および相互効用独立が検証された属性の集合を $\{X_1, X_2, \cdots, X_n\}$ とする。ただし属性は重要度の高い順序に並べられているものとする。最も重要度の高い X_1 に対し，2－1（iv）で述べた①の方法によって k_i を推定する。

②以後，2－1（iv）②の方法によると，

$$k_j=k_i\,u_i(x_i^j) \qquad j=1,\ 2\cdots n \quad j\neq i$$

を得る。ここで x_i^j は　$u(x_i^w, x_y^b, \bar{x}_{ij}^w)=u(x_i, x_j^w, \bar{x}_{ij}^w)$　となる x_i の水準であり，これは相互選好独立性が検証されたときに，既に求められている。

以上の方法によって、すべての k_i を推定することができる。ただし重要度に同順位のものがある場合には，$x_i^j=x_i^b$（x_i の最良水準）とする。このときは $k_j=k_i$ となる。

（iv）単一属性効用関数 $u_i(x_i)$ の推定方法

本論においては，各属性について最良の水準 x_i^b と，最悪の水準 x_i^w にそれぞれ 1/2 の確率を与え，$u_i(x_i)=1/2$ になる確実等価 $\hat{x}_i$ を求めることによって，単一属性効用関数の推定を行なう。推定に際しては，一定のリスク回避あるいはリスク選好を仮定して，次式のような指数関数を用いる。

$$Ku_i(x_i)=P_i(|x_i-Q_i|)^{R_i} \qquad (5)$$

ここで，P_i，Q_i，R_iはパラメータ。属性X_iが順序尺度で構成されている場合には，属性X_iの各水準に直接効用値を割りつけることによって，単一属性効用関数を推定する。

（v）加法性・乗法性の識別

図－1に示すように，前述の2－1（vi）において述べた①の方法によって，加法性・乗法性の識別を行なうとともに，②の方法によってチェックを行なうこととし，FB 2～FB 5のフィードバック・ループを設けている。

3．多属性効用関数による宅地評価

ここでは，札幌市において供給されている一般的な住宅地を対象として行なった，多属性効用関数による宅地評価分析の結果について述べる。

宅地評価の要因として取り上げたのは，表－1に示す10要因であり，宅地評価を論ず場合一般的に取り上げられることの多い要因を網羅的に取りあげている。被験者は，宅地供給業者2名，会社員，主婦，学生各1名である。

図－1に示す手順に従って面接調査を行なった結果，以下のことが明らかとなった。

①各被験者とも地価の選好順位が非常に高い。

②都心に距離の選好順位は，被験者によって大きく異なっている。

③各被験者とも，公園・避難所・病院などの立地距離に関しては，選好順位が低い。

④属性間の独立性が検証されないのは，いずれも選好順位の低い属性である。

⑤会社員の場合は他の被験者と異なり，加法的効用関数であることが明らかとなった。

⑥宅地供給業者の場合，民間業者においては宅地面積の選好順位が高いのに対し，公的業者（住宅供給公社）においては低い選好順位となっている。このことは既に一定水準の規模を有する宅地供給が，前提条件とされているためと思われる。

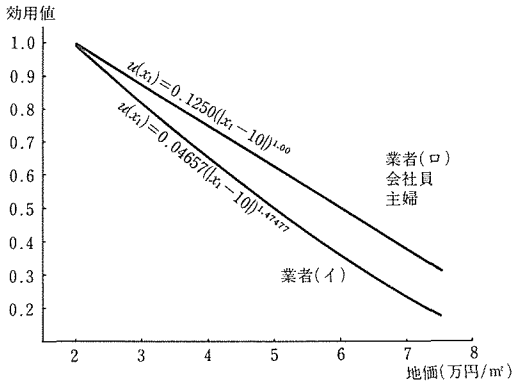
⑦順位尺度で表わされる属性を取りあげる場合，その間隔が大きすぎると，その属性の前後で推定された多属性効用関数の精度が，落ちる恐れがある。

⑧属性を選好順に並べかえているため，独立性が検証されなかった場合，どの属性を除いたらよいかが明確となる。また，選好順位が最も近い属性間で無差別点を質問しているので，被験者が答えやすく，無差別点の推定精度も高いと考えられる。

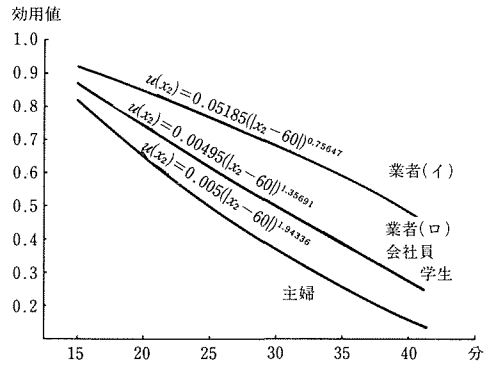
選好順位の高い，地価，都心距離，交通機関へのアクセス時間などの要因について，各被験者の単一属性効用関数を表わしたものが，図－2～4である。ここでは宅地面積は一定としている。

表－1　評価要因の種類と尺度構成係数

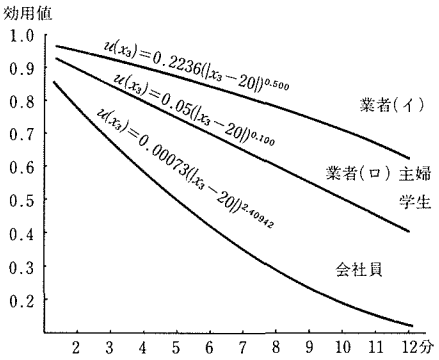
要　因	業者(イ)	業者(ロ)	会社員	主　婦	学　生	許　容　範　囲
X_1 公示地価	0.35	0.30	0.09	0.25	0.60	2－10(万円/m²)
X_2 都心距離	0.08	0.23	＊0.05	0.19	0.12	10－60(分)
X_3 アクセス時間	0.20	＊0.10	＊0.05	＊0.12	0.06	0－20(分)
X_4 公園距離	0.06	0.05	0.02	0.03	0.01	0－40(分)
X_5 病院距離	0.14	0.05	－	0.11	0.03	0－30(分)
X_6 避難所距離	0.04	0.01	－	0.03	0.01	0－120(分)
X_7 騒音	0.12	－	0.09	＊0.12	＊0.23	20－70(dB(A))
X_8 除雪率	0.12	－	0.03	0.06	0.01	100－30(％)
X_9 宅地面積	0.29	－	0.62	0.25	0.40	300－100(m²)
X_{10} 上下水道整備	＊0.16	0.11	＊0.05	＊0.12	0.50	A－D(順位)
$\sum k_i$	1.56	0.85	1.00	1.28	1.97	最良　最悪



図－2　地価に対する期待効用



図－3　都心距離に対する期待効用



図－4　アクセス時間に対する期待効用

地価についてみると，各被験者とも危険中立型か危険受容型の形状を示していることがわかる。また各被験者間において，それほど大きな効用差は生じないといえる。

一方，都心距離についてみると，宅地供給業者（民間）がやや危険回避型を示すのに対し，他の被験者は危険中立型もしくは危険受容型を示し，対照をなしている。特に主婦は最も危険受容型を示しており，期待効用の変化も大きい。

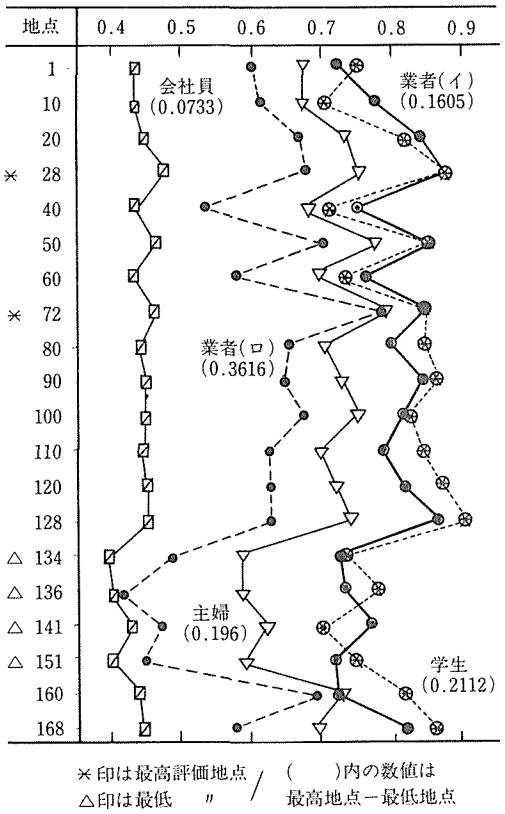
交通機関へのアクセス時間に対する期待効用は，被験者によって大きく異なっていることがわかる。宅地供給業者（民間）は，危険回避型を示すとともに，アクセス時間の変化に対する期待効用もそれ程大きくは変化しない。これに対し，会社員の場合は危険受容型を示すとともに，期待効用の変化も極めて大きく，他の被験者と際立った対照をなしている。

このような単一属性効用関数によって構成される多属性効用関数によって，住宅地の立地評価を行なった結果が図－5である（対象となった168地点のうちその一部を示す）

加法的効用関数となった会社員の評価値は，各地点とも大きな差はみられず，評価差は最大で0.073程度である。これに対し，乗法的効用関数である他の被験者においては，地点によって評価値も大きく変化し，地点による評価差は0.196～0.362となっている。

それぞれの地点について得られる各被験者の評価値について，被験者別の評価差の分布を表わしたものが図－6である。加法的効用関数である会社員を除いた4名の被験者についてみると，評価差の分布は0.04から0.4の間であり，大部分は0.2前後に集中していることがわかる。一方，会社員を含めた場合，大部分の地点において会社員の評価値が低い値となり，評価差は0.32から0.46の間に分布する。このように，効用関数の型が同一の場合には，被験者間において評価差はあまり大きなものとならないが，関数の型が異なる場合には，大きな評価差を生ずることが考えられる。

次に各被験者毎に，評価差を生ずる要因となるものをみると，最高評価地点と最低評価地点間において，最も対照的な要因は交通機関へのアクセス時間と，上下水道の整備水準であることがわかる。最高評価地点における，アクセス時間は1～2分であるのに対し，最低評価地点の場合



図－5　地点別評価値

表－2　高順位評価地点

順位	業者(イ)	業者(ロ)	会社員	主婦	学生
1	28	72	28	72	＊128
2	＊88	＊88	80	＊98	152
3	95	＊61	＊52	102	148
4	＊128	＊65	95	95	138
5	157	5	＊250	＊65	＊150
6	79	47	102	＊60	＊88
7	＊50	102	137	66	166
8	72	48	51	＊61	32
9	97	104	115	＊74	95
10	＊56	＊74	＊56	＊52	28

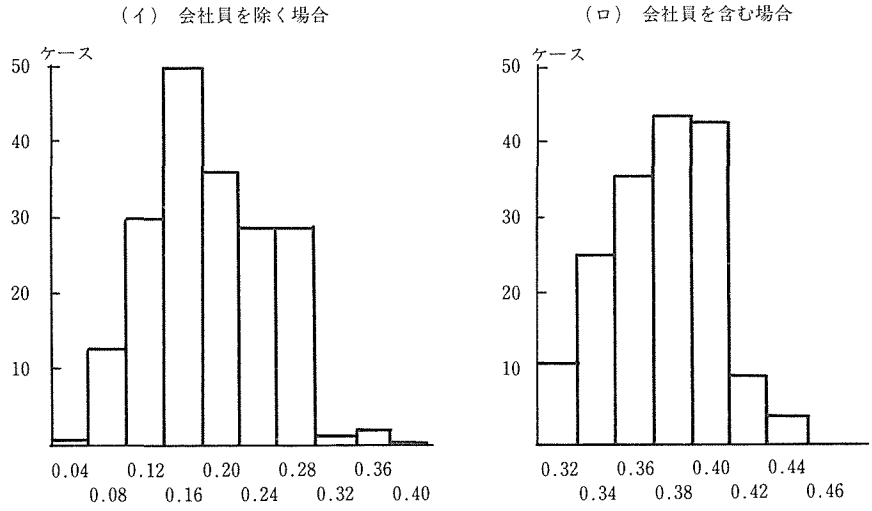
は5～11分となっている。

各被験者に共通する望ましい住宅像を探るため，表－2に示すような，各被験者毎の高順位地点の中から共通する地点を選び各要因毎の水準を表わしたものが図－7，図－8である。

選出された地点は，ほぼ三つのタイプに類型化することができる。その第一は，一定の地価水準の下で都心距離を多少犠牲することによって，交通機関へのアクセス時間を優先させようとするものであり，図－7に表わされるタイプのものである。

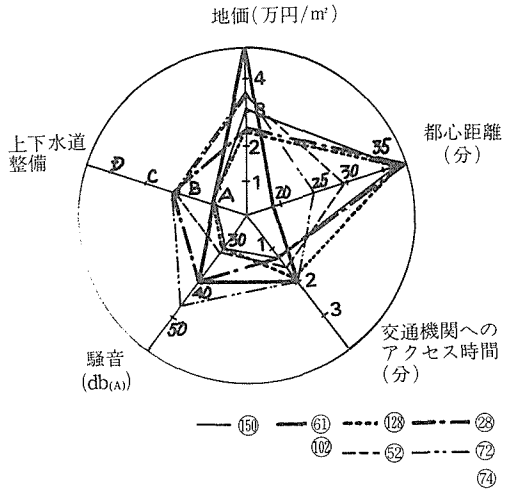
第二は，これとは逆にアクセス時間を犠牲にし，都心距離を優先させるものであり，図－8に表わされる。

第三は，高地価を受入れることによっていずれの条件も満足させようとするものである。

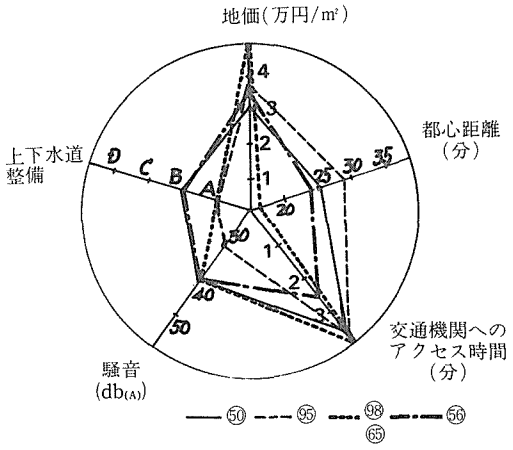


図－6　被験者別評価差の分布

このように住宅地の立地評価においては，交通機関へのアクセス時間と，都心距離がそれぞれトレードオフの関係にあるといえ，時間要因の上からは，従来，住宅地の立地評価分析において取りあげられることの少なかった，交通機関へのアクセス時間がここでは重要な役割を演じているものと考えられる。



図－7　高順位地点の立地環境(1)



図－8　高順位地点の立地環境(2)

4．おわりに

本稿においては，多属性効用関数の構築にあたって，相互選好独立性，相互効用独立性の検証過程に改良を加え，調査時間の軽減を図っている。このことによって比較的短時間のうちに複数人に調査を行なうことができ，それぞれの評価を比較分析することが容易となる。今後は更に被験者の数を増やしこの点を確認するとともに評価値の安定性など実用上の諸課題について，検討を加えることが必要とされる。

尚，本研究の分析は上田敏氏（建設省土木研究所）の協力によるものである。ここに記して感謝の意としたい。

〈参考文献〉

1）ラルフ・L・キニー他著，高原他訳（1980）；多目標問題解決の理論と実例，p 141，構造計画研究所
2）河野他（1977）；多属性効用理論による公害（騒音）評価率の計測，「地域学研究第七巻」p．225～246