

固定資産宅地評価へのファジィ数量化理論の適用

畠中 政国, 藤江 寿紀, 土肥 正, 尾崎 俊治

1. はじめに

昭和61年から平成2年にかけて、大都市の商業地域とさらにその周辺の住宅地に対する地価の高騰があり、これへの対応策として土地に対する一連の課税の強化措置がとられてきた。そして現在、バブル経済の崩壊による地価の急激な下落によって、固定資産宅地評価のアンバランスが重要な問題としてクローズアップされている。このような状況を契機として、公的土地区画評価に対する関心が高まり、「公正かつ適正な課税」という社会的要請への対応が今日的な課題となっている。しかしながら土地の価格は、市場における取引価格から相続税や固定資産税評価額に至るまで、すべて異なる性質を有するといっても過言ではない。現状では、「一物四価の法則」に形容されるように、土地の価格は評価の目的によって分類されており、一元的な価格評価体系を実現することは極めて困難である。

固定資産宅地評価は、評価主体（市町村）が「固定資産評価基準」[1]に基づいて行わなければならない。また、都市計画区域内での評価では、「地価公示法」による公示価格を基準としなければならない。評価の妥当性を維持するために様々な理論的かつ法的措置が講じられている。一方で、平成6年から固定資産の標準地価格評価に対し不動産鑑定士による地価公示価格評価の手法が導入されて以来、現在その評価のバランスに関する論議が各方面で行われている。それは、従来までの土地の鑑定評価のほとんどが一画地を対象と

したものであったのに対し、固定資産宅地評価のように多数地点を同次的に評価しなければならない状況においては、評価手続きの妥当性、公正さ、複雑性の問題を厳密に検討しなければならないからである。

現在までに、全標準宅地の価格形成要因と鑑定評価額との関係を客観的に説き明かすために、いくつかの統計的手法が用いられるようになってきている[2, 3]。特に固定資産宅地評価においては、路線価を求めるための根拠となる土地価格比準表を算出するために、多変量解析による手法が適用されている。しかしながら、後述するように、従来から用いられてきた手法では評価主体が試行錯誤的に土地価格比準表を調整しなければならない、調整作業自体にかなりの労力が必要とされることが問題として指摘されている。その上、客観的データに基づいて得られた結果を、路線価評価に直接反映させることが事実上困難な場合が多く見受けられる。

また、そもそも土地に対する鑑定価格は、客観的にその場に存在しているのではなく、不動産鑑定士が種々の要因データおよび経験則と判断に基づいて妥当と思われる価格を提示していることに注意しなければならない。極論すれば、同一の土地に対して複数の鑑定士が全く同じ価格を提示できるとは限らず、鑑定評価額には少なからず主観による曖昧性が含まれることに留意すべきである。さらに、納税者の評価主体に対する固定資産価格の異議申立てがあれば、算出根拠に関する資料の提示を求められることがある。従って、不動産鑑定士による地価公示価格評価の手法においては、評価における主観性を認めた上で、地域格差のない公平で適正な価格体系を確立し、固定資産路線価評価における省力化、近代化、迅速化を進めることが必要不可欠である。

そこで本論文では、現在までに広く用いられている数量化理論Ⅰ類に基づく手法とは異なり、不動産鑑定価格および価格形成要因が主観による曖昧性を含

はたなか まさくに (有) 中央鑑定所
〒739-0014 東広島市西条昭和町 12-4
ふじえ としのり 広島大学大学院工学研究科
どひ ただし 広島大学工学部第二類
おさき しゅんじ 広島大学工学部第二類
〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1
受付 98.4.1 採扱 99.4.7

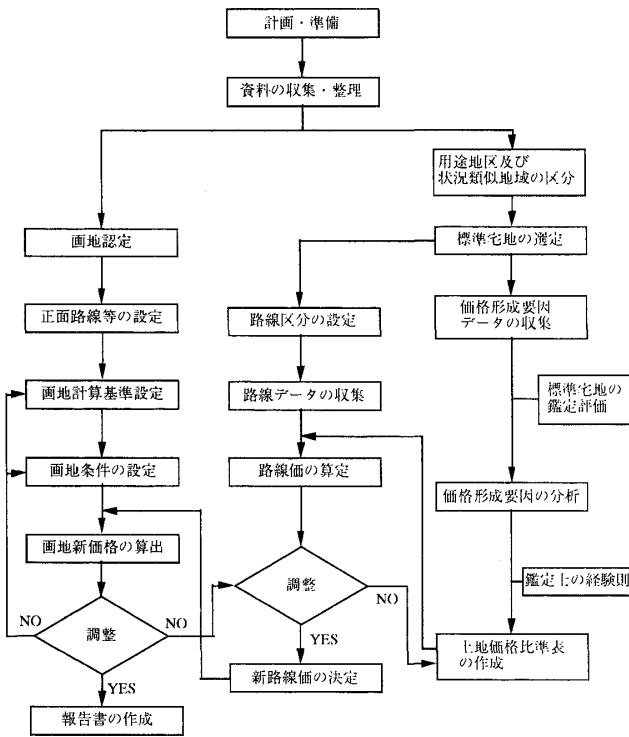


図 1: 土地価格評価の概要フローチャート。

有することに着目した新しい固定資産路線価評価手法を提案する。具体的には、和多田等 [4] によって提案されたファジィ数量化理論 I 類を用いて、固定資産路線価評価において中心的な役割を演じる土地価格比準表を作成することを試みる。提案手法の利点として、(i) 不動産鑑定価格および価格形成要因における曖昧性を積極的に評価に取り入れている点、(ii) 対話形式のエキスパートシステムを構築することによって、価格形成要因の修正や変更に関わる膨大な作業労力を削減することができる点、(iii) 従来の土地価格比準表とは異なり、ある程度の幅を許容することが出来るため、よりソフトでロバストな固定資産路線価評価を実現することが可能となる点、等が挙げられる。最終的に、実際の不動産鑑定価格データおよび価格形成要因データを用いて路線価を算出することにより、従来から用いられてきた評価手法との比較を行い、提案手法の有効性について述べる。

2. 固定資産宅地評価の現状

図 1 に固定資産宅地評価の概要を示す。一般に、固定資産宅地評価において収集すべき基礎資料（住宅地

）は以下の通りである。

- (a) 自治体要覧
- (b) 交通・接近条件
- (c) 環境条件
- (d) 自然条件
- (e) 行政的条件
- (f) 価格資料
- (g) その他

このような区分基準に従い、評価主体は現地調査を行うとともに、収集した資料を参考にして状況類似地域を設定する。

次に、区分した状況類似地域ごとに標準的な画地を標準宅地として選定する。選定作業は現地踏査の上で行われ、標準宅地の位置図及び一覧表を作成する。ここで、標準宅地の選定は地価公示の標準地選定要領 [1] に従い、四原則（代表性の原理、中庸性の原理、安定性の原則、確定性の原則）と個別要因に関する要件に合致するように行われなければならない。さらに、以下に示すような手続きに従って、データの収集や分析を行う。

(1) 価格形成要因データの収集・整理: 標準宅地に関する街路条件、交通・近接条件、環境条件、行政的条件およびその他の条件などの土地価格形成要因データを収集する。また、標準宅地だけでなく、各路線に関する街路条件、交通近接条件を中心とした土地価格形成要因データを収集する。ここで、標準宅地に関するデータは現地調査を中心に収集され、各路線に関するデータについては一般的に道路台帳図面、航空写真等の机上資料を中心に収集される。

(2) 価格形成要因データの分析:

(2-1) 標準宅地のグルーピング: 標準宅地毎に収集された価格形成要因および鑑定価格から統計分析（主成分分析、クラスター分析）を行い、同質的な標準宅地を分類して、作成すべき土地価格比準表の種類について客観的な検討を加える。

(2-2) 土地価格比準表の種類決定: 分析の結果、同一用途地区内においても性格の異なる地域が存

在する場合においては、グループごとに個別の比準表を作成する必要がある。一般的には、住居地区、商業地区、工業地区等毎に比準表を作成するが、上記の理由により、例えば、住居地区を既成住宅地、新興住宅地等に区分したり、商業地区を一般商業地や路線商業地等に区分することがある。

(2-3) 価格形成要因の分析: グループされた標準宅地ごとに、収集整理された価格形成要因データおよび鑑定評価額を元に統計分析を行い、土地の価格形成要因がその価格に影響する度合(カテゴリースコア)を定量的に求める。例えば、(b)のような定量的な要因と(c)のような定性的な要因の両方に関する情報に基づき、定量的に算定された外的基準(鑑定価格)の値を説明する。

表 1: 土地価格比準表の一例(街路条件)。

街路区分	通過交通主体	通過局地併用	地区内交通主体	区画街路	
格差率	+3	+2	+2	0	
道路幅員	4m未満	4m以上6m未満	6m以上10m未満	10m以上12m未満	12m以上
格差率	-7	-5	0	+1	+2
歩道の有無	有	無			
格差率	0	-3			

(3) 土地価格比準表の作成: 土地価格比準表とは、個々の価格形成要因の格差率を判定するための指標であり、各路線価格は土地価格比準表を元に算出される。従って、土地価格比準表は固定資産宅地評価の成否を左右する中心的な存在であり、不動産鑑定士の介入を必要としながら全体的なバランスを調整した上で決定される。表1に土地価格比準表(街路条件)の一例を示す。具体的には、以下に示すような公式によって価格形成要因を形成するカテゴリースコアから比準表の格差率を算出する。

$$\text{格差率} = \frac{\text{カテゴリースコア}}{\text{鑑定価格の算術平均}} \times 100(\%) \quad (1)$$

(4) 路線区分の設定: 道路幅員や道路種別等の価格形成要因がほぼ同様であり、各路線沿いの標準的な画地を同一価格として説明しうる範囲を一路線として区分する。路線の設定は、状況類似地域との関係、路線の長さ、交差の禁止等を考慮しながら決定される。設定に関する一般的要件を以下に示す。

(4-1) 主要な路線とその他の路線の区分: 標準宅地の全面の路線を主要路線とし、これ以外をその他の路線とする。

(4-2) 二重路線: 一本の街路の両側で価格形成要因が異なる場合(用途地区区分等の境界が道路の中心にある場合)には、一本の街路に二本の路線を設定する。

(4-3) 路線の長さ: 路線データを測定する場合、路線の midpoint で測定する。このため、路線の延長が長い場合、実際上はその両端部分で価格差があるべきところが、同一価格として把握されてしまうことになる。さらに、隣接路線との価格差が大きくなり、バランスが取りにくくなることが頻繁に生じる。従って、路線の総延長は 200m から 500m とする。

(5) 路線価の算出および調整: 先に決定した標準宅地の鑑定価格および土地価格比準表を元に格差率を求め、路線価を算出する。路線価の算出方法を以下に示す。

$$\text{主要路線の路線価} = \text{標準宅地鑑定評価額} \quad (\text{円}/\text{m}^2), \quad (2)$$

$$\text{その他路線の路線価} = \text{主要路線の路線価}$$

$$\times \frac{\text{その他路線の格差率} + 100}{\text{主要路線の格差率} + 100} \quad (\text{円}/\text{m}^2). \quad (3)$$

標準宅地の路線(比準元)を主要路線とし、標準宅地に付属する路線(比準先)をその他の路線とする。比準先の路線価は主要路線との比準割合によって求められる。すなわち、土地価格比準表における比準割合を用いて、

$$\text{比準先の地価} = \text{比準元の地価} \times (100 + \text{比準割合}) \quad (4)$$

によって比準先の地価を算出する。

(6) 画地条件調査および画地計算:

(6-1) 地目と画地の認定: 地目とは土地を利用面から分類した名称である。土地は利用形態により価格形成要因を異にするので、固定資産税における土地評価にあたっては、地目ごとの土地評価方法が定められている。画地認定とは、1筆以上の宅地に

ついて、その形状と利用状況から見て一体をなしていると認められる部分に区分または合成することである。

(6-2) 画地計算と調整:

$$\text{面積} \times \text{路線価} \times \text{補正率} = \text{画地評価額} \quad (5)$$

ここで、画地補正率と加算率は各評価主体ならびに各用途等の相違により、現状に合致したものになるように調整されている。

以上のように、固定資産宅地評価においては、地区区分、標準宅地、個別画地の段階を設けて評価するという方法がとられている。これは、あらゆる土地を同次的に評価するとともにバランスの取れた固定資産評価を実現するために必要となる。中でも特に重要となるのが、不動産鑑定士による標準宅地の鑑定評価と、鑑定価格データおよび価格形成要因データを使用して作成される土地価格比準表であることは容易に類推できる。

3. 数量化理論 I 類による比準表の作成と問題点

前節で述べたように、最終的な一画地の価格は路線価に基づいて算出されるが、路線価を決定するための支配的な要因が土地価格比準表である。現在広く使用されている方法では、標準地の鑑定価格と価格形成要因のデータに対し数量化理論 I 類を適用し、土地価格形成要因がその価格に影響する度合い(カテゴリースコア)を求める。数量化理論 I 類の特徴は、例えば「歩道の有無」などの質的データを数量化して取り扱うことができる点である [5]。

以下のような記号を定義する。

y_i : 標準宅地 i ($= 1, 2, \dots, n$) の不動産鑑定価格

a_{jk} : j ($= 1, 2, \dots, m$) 番目の価格形成要因(アイテム)に属する k ($= 1, 2, \dots, c_j$) 番目のカテゴリー

いま、次のような線形関数

$$Y_i \equiv \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{c_j} a_{jk} \delta_i(jk), \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

を定義する。ここで、

$$\delta_i(jk) = \begin{cases} 1 & (\text{個体 } i \text{ が } j \text{ アイテムの } k \text{ カテゴリーに反応したとき}) \\ 0 & (\text{その他のとき}) \end{cases} \quad (7)$$

である。外的基準の値 y_i 、すなわち標準宅地 i の鑑定価格と推定値 Y_i の差を最小にするために

$$\min_{a_{jk}} : Q = \sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2 \quad (8)$$

のような問題を考える。これより、最小二乗法を用いて式(8)を満たすカテゴリースコア a_{jk} を求め、式(1)から土地価格比準表における格差率を計算する。

次に、広島県東広島市の商業地区および併用住宅地区における標準宅地 $n = 50$ 個に対して、数量化理論 I 類を用いて解析を行った結果を表 2 に示す。当該評価主体において採用されている土地価格形成要因は、街路区分、交通・近接条件、環境条件、行政条件などの $m = 7$ 項目である。ここで、調整済み格差率とは、数量化理論 I 類の解析結果に基づいて評価主体が試行錯誤的に調整を行った最終的な実質格差率である。この表から、調整前の格差率と調整済み格差率はかなり異なることが判る。評価主体による調整作業では、路線価もしくは画地を算定しながらカテゴリーの区分(例えば、10m 以上 12m 未満であれば、10 → 9, 12 → 11 のように)を変更したり、調整項目と呼ばれる解析には全く用いられていない項目を新たに追加することによって行われるのが通常である。最終的に、数量化理論 I 類による解析結果から算出された土地価格比準表(街路条件)を表 3 と表 4 に示す。結果として、二つの比準表はかなり異なる様相を呈していることがわかる。

これより、従来から用いられてきた数量化理論 I 類に基づいた手法に対して次のような問題点が挙げられる。

- (i) 調整項目と呼ばれる解析に用いられていない項目を追加することにより評価のバランスを保つことは理論的根拠に乏しく、納税者に評価内容を理論的に説明することが困難である。
- (ii) 状況類似地域ごとにカテゴリーの内容を設定したとしても、それらがすべての納税者に対して直観的に妥当であるという保証がない。
- (iii) 評価主体による調整作業に要する労力がかなり大きい。

上述のような問題点を鑑み、次節ではファジィ数量化理論 I 類による評価手法を提案する。

表 2: 数量化理論 I 類による解析結果。

条件	アイテム	カテゴリー	格差率	調整済み格差率	
街路条件	街路区分	1 通過交通主体	0.00	0.00	
		2 通過局地併用	30.96	-2.86	
		3 地区内交通主体	19.17	-3.75	
		4 区画街路	-36.90	-7.43	
	道路幅員	1 4m未満	0.00	0.00	
		2 4m以上6m未満	4.66	6.42	
		3 6m以上10m未満	12.28	10.73	
		4 10m以上12m未満	8.76	19.71	
		5 12m以上	29.32	24.79	
	歩道の有無	1 有	0.00	0.00	
		2 無	7.87	-4.70	
	交通近接条件	主要駅までの距離	1 150未満	0.00	0.00
			2 150以上250未満	-14.45	-1.27
			3 250以上750未満	-33.74	-2.03
			4 750以上1000未満	-43.80	-3.95
5 1000以上			-23.50	-4.75	
大規模店舗までの距離		1 100未満	0.00	0.00	
		2 100以上200未満	-17.94	-2.59	
		3 200以上300未満	-35.89	-4.86	
		4 300以上500未満	-36.22	-6.32	
		5 500以上700未満	-56.34	-11.36	
		6 700以上1000未満	-42.41	-12.87	
		7 1000以上1500未満	-44.29	-15.31	
		8 1500以上	-33.91	-18.44	
市役所までの距離		1 100未満	0.00	0.00	
		2 100以上300未満	22.23	-0.88	
		3 300以上500未満	6.51	-2.08	
		4 500以上700未満	-14.12	-3.41	
		5 700以上900未満	-17.59	-5.08	
		6 900以上1250未満	-47.86	-6.52	
		7 1250以上1500未満	-56.97	-7.27	
		8 1500m以上	-47.67	-9.71	
金融機関までの距離		1 100未満	0.00	0.00	
		2 100以上200未満	14.74	-0.41	
		3 200以上400未満	18.02	-0.79	
		4 400以上800未満	1.86	-7.63	
	5 800以上	-34.13	-12.00		

表 3: 数量化理論 I 類による土地価格比準表 (街路条件)。

街路区分	通過交通主体	通過局地併用	地区内交通主体	区画街路	
格差率	0.00	30.96	19.17	-36.90	
道路幅員	4m未満	6m以上8m未満	8m以上10m未満	10m以上12m未満	12m以上
格差率	0.00	4.66	12.28	8.76	29.32
歩道の有無	有	無			
格差率	0.00	7.87			

4. ファジィ数量化理論 I 類の適用

人間の持つ主観性や曖昧な現象を数学的に表現する方法として、ファジィ理論の有効性が各方面で議論されている [6]。固定資産宅地評価においては、取り引き事例から抽出される市場価格よりも、不動産鑑定士によって算定される評価が支配的な要因となることは以前に述べた通りである。よって、標準地の鑑定価格や価格形成要因データのもつ曖昧性を積極的に考慮しながら土地価格比準表を作成することは、固定資産宅地評価の妥当性を吟味する上で有意義であると考えられる。ここでは、和多田等 [4] によって提案されたファジィ数量化理論 I 類を適用し、土地価格比準表を作成するための従来手法を拡張する。

表 4: 現行の土地価格比準表 (街路条件)。

街路区分	通過交通主体	通過局地併用	地区内交通主体	区画街路	
格差率	0.00	-2.86	-3.75	-7.43	
道路幅員	4m未満	6m以上8m未満	8m以上10m未満	10m以上12m未満	12m以上
格差率	0.00	6.42	10.73	19.71	24.79
歩道の有無	有	無			
格差率	0.00	-4.70			

標準宅地 i ($= 1, 2, \dots, n$) に対する鑑定価格 \tilde{y}_i はファジィ数であり、そのメンバーシップ関数は全体集合 S に対して $\mu_{y_i} : S \rightarrow [0, 1]$ によって定義される。以下で取り扱うファジィ集合は全て正規凸ファジィ集合とする。また、式 (6) と同様に、以下のような線形関数を定義する。

$$\tilde{Y}_i \equiv \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{c_j} \tilde{A}_{jk} \tilde{X}_{jk}. \quad (9)$$

ここで、

\tilde{Y}_i : 標準宅地 i ($= 1, 2, \dots, n$) に対する鑑定価格の推定値 (ファジィ数)

\tilde{X}_{jk} : 説明変数。サンプル i に対する価格形成要因のアイテム j ($= 1, 2, \dots, m$) とカテゴリー k ($= 1, 2, \dots, c_j$) への曖昧な帰属度 (ファジィ数) であり、タイプ I ファジィ集合 [6] に属する

\tilde{A}_{jk} : \tilde{X}_{jk} に対する重み (ファジィ数)

である。 \tilde{X}_{jk} と \tilde{A}_{jk} に対するメンバーシップ関数を $\mu_{X_{jk}} : S \rightarrow [0, 1]$, $\mu_{A_{jk}} : S \rightarrow [0, 1]$ のように定義すると、 \tilde{Y}_i のメンバーシップ関数 $\mu_{Y_i} : S \rightarrow [0, 1]$ はよく知られた拡張原理 [6] から、

$$\mu_{Y_i} = \sup_{j,k} \min \{ \mu_{A_{jk}}, \mu_{X_{jk}} \} \quad (10)$$

となる。また、アイテムは、例えば「道路幅員」などの価格形成要因を示し、カテゴリーは「非常に狭い」などといったあいまいな言語表現によって特徴づけられる。

上述のファジィ線形関数がデータの背後にある数理的構造をよく表現しているかどうかを調べるための 2 つの指標、すなわち、

h_i : 与えられた観測値 \tilde{y}_i と線形関数による推定値 \tilde{Y}_i との当てはまりの良さを示す適合度

S^α : α -レベルにおけるファジィ線形関数のもつあいまいさを示す適合度

を考える。具体的に、当てはまりの良さを示す適合度は

$$h_i = \sup_{y \in R} \min \{ \mu_{Y_i}, \mu_{y_i} \} \quad (11)$$

によって定義され、推定値 \tilde{Y}_i と観測値 \tilde{y}_i との重なり の程度を示している。一方、あいまいさを示す適合度は

$$S^\alpha \equiv \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{c_j} (\bar{a}_{jk} - \underline{a}_{jk}) \quad (12)$$

によって定義される。ここで、 \bar{a}_{jk} と \underline{a}_{jk} はファジィ数 \tilde{A}_{jk} の α -レベル集合の上下限值である。

従来の数量化理論 I 類が式 (8) を最小二乗法の意味で最小にする問題であったのに対し、ファジィ数量化理論 I 類では、推定値 \tilde{Y}_i と観測値 \tilde{y}_i の適合度 h_i が予め与えられたある適合度基準 h^* を満たすという条件の下で、あいまいさ S^α を最小にするファジィ線形関数を決定する問題に帰着される。すなわち、鑑定価格データの h^* での α -レベル集合を $[\underline{y}_i, \bar{y}_i]$ 、価格形成要因データに対する帰属度を x_{jk} (\tilde{X}_{jk} はタイプ I ファジィ集合であることを注意) とすれば、ファジィ数量化理論 I 類は以下のような線形計画問題によって定式化される [4]。

$$\min_{(\underline{a}_{jk}, \bar{a}_{jk})} : S^\alpha = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (13)$$

s.t.

$$\underline{y}_i \leq \sum_j^m \sum_k^{c_j} \bar{a}_{jk} x_{jk},$$

$$\bar{y}_i \geq \sum_j^m \sum_k^{c_j} \underline{a}_{jk} x_{jk},$$

$$S_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{c_j} (\bar{a}_{jk} - \underline{a}_{jk}),$$

$$\underline{a}_{jk} \leq \bar{a}_{jk},$$

$$i = 1, 2, \dots, n,$$

$$j = 1, 2, \dots, m,$$

$$k = 1, 2, \dots, c_j.$$

本論文では、鑑定価格をファジィ数として扱うため、 $\mu_{\tilde{y}_i}$ に図 2 で示すような三角型のメンバシップ関数を仮定する。三角型メンバシップ関数を用いた理由は、鑑定価格に対して左右対称であり、かつ計算が簡便となるからに他ならない。図中において、 \bar{y} と \underline{y} は適合度基準 $h^* = 0.75$ における鑑定価格の下限値と上限値を示す。適合度基準をあまり高めに設定すると \underline{a}_{jk}^* と \bar{a}_{jk}^* の差が小さくなり、区間内で格差率を選定する

という自由度が失われる傾向にある。よって本論文では、上限値と下限値の差が極端に小さくならず、かつ評価結果に満足できるレベルとして 0.75 という値を用いている。また、説明変数に対するメンバシップ関数の形状は、それぞれ物理的な意味を考慮した上でアイテムカテゴリーごとに設定されるものとする。一例として、アイテム「道路幅員」中のカテゴリー「非常に広い」に対するメンバシップ関数の形状を図 3 に示す。メンバシップ関数を特徴づける中心位置や傾きなどのパラメータは、実際に固定資産宅地評価業務に携わっている 10 名の専門家にアンケート調査を行い、集計結果を算術平均したものを採用している。

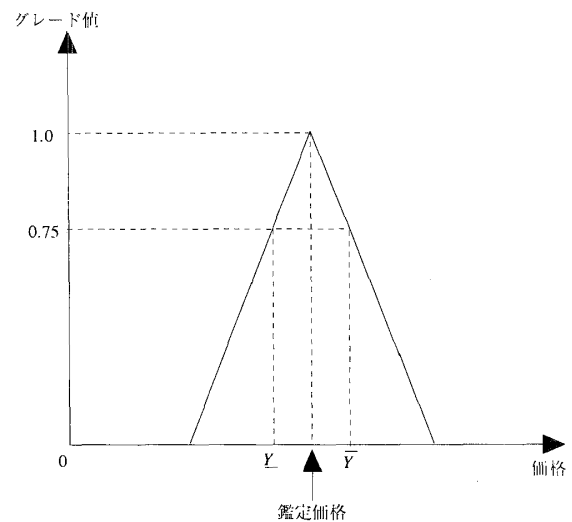


図 2: 「鑑定価格」に対するメンバシップ関数の一例。

第 3 節と同様に、広島県東広島市の商業地区および併用住宅地区における標準宅地 50 個に対して、ファジィ数量化理論 I 類を用いて解析を行った結果を表 5 に示す。式 (13) の線形計画問題の解 $(\underline{a}_{jk}^*, \bar{a}_{jk}^*)$, ($j = 1, \dots, m; k = 1, \dots, c_j$) はカテゴリースコアの上下限值であるので、理論上は $a_{jk} \in [\underline{a}_{jk}^*, \bar{a}_{jk}^*]$ を満たす任意の a_{jk} を用いて比準表の格差率を設定すればよい。この意味するところは、固定資産宅地評価額は、そもそもの鑑定価格および価格形成要因の曖昧さから、「大体いくらからいくらまで」という具合にある許容幅をもった評価額として算出されることである。具体的には、比準表の適用目的に従って、区間の最小値、最大値、中央値等をカテゴリースコアとして採用し、

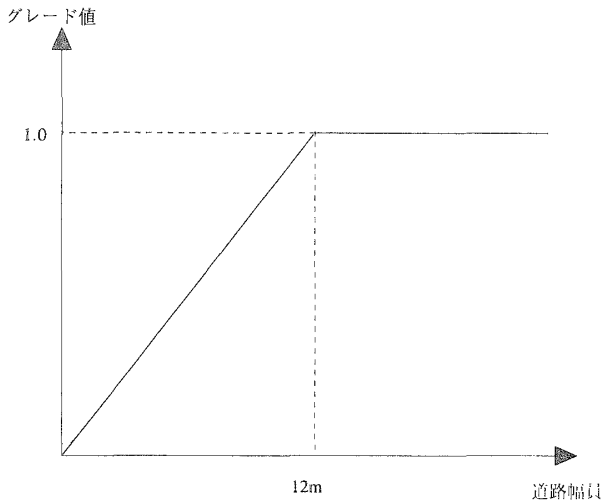


図 3: カテゴリー「道路幅員」中のアイテム「非常に広い」に対するメンバシップ関数の一例。

各々の格差率を計算することができる。

表 2 の結果と表 5 の結果を比較しながら、メンバシップ関数のパラメータを微調整して得られた解析結果を表 6 に示す。パラメータの調整は、メンバシップ関数の現実的な意味と算出される路線価を考慮しながら、試行錯誤的に行われたものである。このような対話形式の評価システムを構築することにより、評価主体は適合度基準（本論文では、 $h^* = 0.75$ と固定している）だけでなくメンバシップ関数を支配するパラメータの調整を行うことによって、調整項目を追加することなく土地価格比準表を作成することが可能となる。また、各々のメンバシップ関数に極端な形状を仮定することにより、ファジィ数量化理論 I 類は従来の数量化理論 I 類に帰着されるので、提案手法は従来法を数学的に一般化しており、よりソフトでロバスタな評価手続きを可能にしている点に注意すべきである。

ファジィ数量化理論 I 類に基づいた方法の有効性を実証するため、求められた比準表から具体的に路線価を算出し、実質格差率に基づいて算出された現行路線価との比較を行う。先に述べたカテゴリースコアの選び方によって、表 7 のような分析手法の分類を行う。すなわち、分析手法 A は従来の数量化理論 I 類を適用する方法であり、分析手法 B はアンケート結果からメンバシップ関数を特定化した後にファジィ数量化

表 5: ファジィ数量化理論 I 類による解析結果（パラメータ調整前）。

条件	アイテム	カテゴリー	上限値	下限値
街路条件	街路区分	1 通過交通主体	0.00	0.00
		2 通過局地併用	2.83	2.83
		3 地区内交通主体	-4.59	-4.59
		4 区画街路	-8.74	-8.74
		5 袋路、行き止まり	-	-
	道路幅員	1 非常に狭い	0.00	0.00
		2 狭い	0.00	0.00
		3 やや狭い	3.81	3.81
		4 普通	-0.19	-0.19
		5 やや広い	1.72	1.72
		6 広い	4.81	0.00
		7 非常に広い	7.78	0.00
	歩道の有無	1 有	0.00	0.00
		2 無	0.00	-4.35
交通・近接条件	主要駅までの距離	1 非常に近い	0.00	0.00
		2 近い	0.00	0.00
		3 普通	3.81	0.00
		4 やや遠い	0.00	-0.19
		5 遠い	0.93	-0.79
		6 非常に遠い	0.00	0.00
	大規模店舗までの距離	1 非常に近い	0.00	0.00
		2 かなり近い	-0.75	-0.75
		3 近い	-1.84	-1.84
		4 やや近い	7.75	7.75
		5 普通	-12.80	-12.80
		6 やや遠い	-1.52	-1.52
		7 遠い	-1.52	-1.52
		8 かなり遠い	-1.52	-1.52
		9 非常に遠い	-1.52	-1.52
	市役所までの距離	1 非常に近い	0.00	0.00
		2 かなり近い	3.14	3.14
		3 近い	0.78	0.78
		4 やや近い	-0.75	-0.75
		5 普通	16.62	16.62
		6 やや遠い	4.77	4.77
		7 遠い	3.17	3.17
		8 非常に遠い	3.17	3.17
	金融機関までの距離	1 近い	0.00	0.00
		2 やや近い	1.01	0.37
		3 普通	2.81	2.15
		4 やや遠い	-0.10	-0.74
		5 遠い	-0.10	-0.74

理論 I 類を適用する方法を示す。また、分析手法 B1, B2, B3 はカテゴリースコアの許容幅に対する最小値、中央値、最大値からそれぞれ格差率を算出したものである。さらに、分析手法 C はメンバシップ関数のパラメータを再度調整したものであり、カテゴリースコアの最小値、中央値、最大値を利用したものをそれぞれ分析手法 C1, C2, C3 と呼ぶことにする。

図 4 と図 5 に分析手法 B1 と C1 に基づいて算出された路線価と現行路線価の絶対誤差を路線番号ごとにプロットした結果を示す。これらの結果より、従来法に比べてファジィ数量化理論 I 類による結果が非常に良いことが分かる。特に、パラメータの微調整を行うことなくアンケート調査の結果を直接メンバシップ関数に代入した分析手法 B1 がかなり良好な結果を与えることに注目すべきである。最終的に、すべての分析手法に対して標準宅地 50 個に対する現行路線価

表 6: ファジィ数量化理論 I 類による解析結果 (パラメータ調整後).

条件	アイテム	カテゴリー	上限値	下限値
街路条件	街路区分	1 通過交通主体	0.00	0.00
		2 通過局併用	-0.19	-0.19
		3 地区内交通主体	1.52	1.52
		4 区画街路	-3.28	-3.28
		5 袋路, 行き止まり	-	-
	道路幅員	1 非常に狭い	0.00	0.00
		2 狭い	3.08	3.08
		3 やや狭い	4.93	4.93
		4 普通	4.51	4.51
		5 やや広い	3.09	3.09
		6 広い	3.39	0.00
		7 非常に広い	3.20	0.00
	歩道の有無	1 有	0.00	0.00
		2 無	0.00	-4.73
交通・近接条件	主要駅までの距離	1 非常に近い	0.00	0.00
		2 近い	3.08	0.00
		3 普通	4.93	0.00
		4 やや近い	4.51	0.00
		5 遠い	-8.81	-11.90
		6 非常に遠い	0.70	0.70
	大規模店舗までの距離	1 非常に近い	0.00	0.00
		2 かなり近い	1.17	1.17
		3 近い	1.71	1.00
		4 やや近い	-1.39	-1.39
		5 普通	-1.84	-1.84
		6 やや遠い	0.00	0.00
		7 遠い	-3.20	-3.20
		8 かなり遠い	2.72	2.72
		9 非常に遠い	6.46	6.46
	市役所までの距離	1 非常に近い	0.00	0.00
		2 かなり近い	0.46	0.46
		3 近い	-5.05	-5.05
		4 やや近い	-4.42	-4.42
		5 普通	-8.71	-8.71
		6 やや遠い	-13.06	-13.06
		7 遠い	-15.30	-15.30
		8 非常に遠い	-13.84	-13.84
	金融機関までの距離	1 近い	0.00	0.00
		2 やや近い	0.35	0.35
		3 普通	-6.30	-6.30
		4 やや遠い	0.46	0.46
		5 遠い	0.46	0.46

表 7: 分析手法の分類.

	最小値	中央値	最大値
数量化理論 I 類 (従来法)	A	A	A
ファジィ数量化理論 I 類 (パラメータ調整後)	B1	B2	B3
ファジィ数量化理論 I 類 (パラメータ調整前)	C1	C2	C3

表 8: 平均絶対誤差の比較.

	最大値	中央値	最小値
数量化理論 I 類 (従来法)	49625.25	49625.25	49625.25
ファジィ数量化理論 I 類 (パラメータ調整前)	18688.54	16024.25	13890.66
ファジィ数量化理論 I 類 (パラメータ調整後)	8524.20	7274.49	7156.71

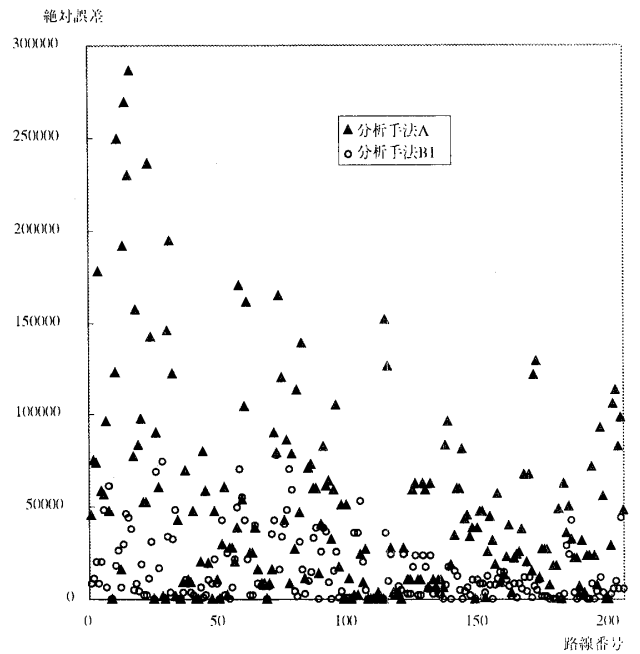


図 4: 推定された路線価と現行路線価の比較 (A v.s. B1).

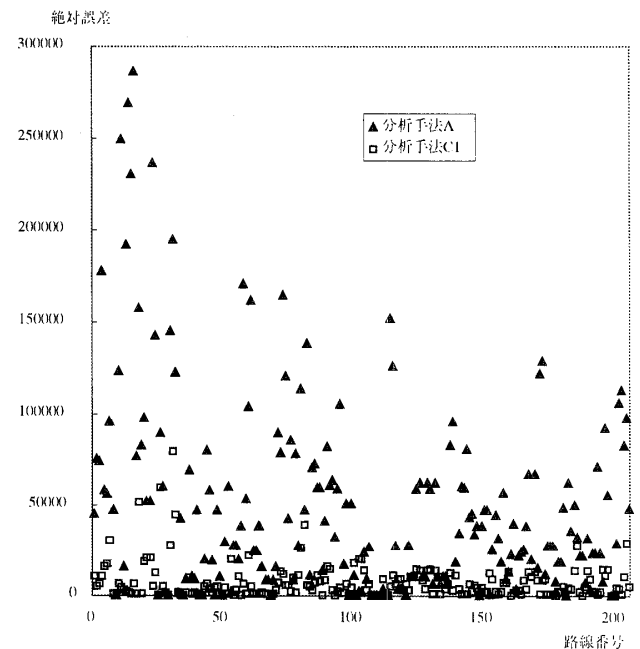


図 5: 推定された路線価と現行路線価の比較 (A v.s. C1).

との平均絶対誤差を比較した結果を表8に示す。この表から、さらにパラメータを微調整した分析手法C1, C2, C3が極めて良い結果を与えており、ファジィ数量化理論I類に基づいた方法の有効性を確認することができる。

5. おわりに

本論文では、固定資産宅地評価にファジィ数量化理論I類を適用した。実際の不動産鑑定価格と土地価格形成要因データを用いて路線価を算出し、評価パフォーマンスに関して従来法との比較を行った。提案された手法は従来法よりも良好な結果を示すが、まだいくつかの未解決な問題があることも事実である。例えば、本論文で使用したファジィ数量化理論I類も他に様々な定式化が考えられるため[6]、式(13)とは異なる評価手法を今後検討する必要があるであろう。また、パラメータの調整作業を簡略化するために、ファジィニューラルネットワーク等を利用することが考えられる。本論文で述べてきたように、固定資産宅地評価に関する問題には多くの課題が山積みされており、オペレーションズリサーチの研究対象として今後益々発展することが期待される。

謝辞

本研究を実施するにあたり、東広島市総務部資産税課 宇根田義隆氏、田阪資啓氏に多大なご協力を頂いた。また、大阪工業大学情報科学部 和多田淳三教授には貴重な資料を提供して頂いた。この場を借りて感謝申し上げたい。

参考文献

- [1] 自治省資産評価室編: 固定資産評価基準解説(土地篇), (財) 地方財務協会, 1996.
- [2] 星野亘男, 塚越清: 固定資産システム評価の手引き, 住宅新報社, 1994.
- [3] 臼井雅浩: 固定資産評価の理論と技法, 清文社, 1993.
- [4] 和多田淳三, 田中英夫, 浅居喜代治: “ファジィ数量化理論I類”, 行動計量学, Vol. 11, No. 1, pp. 66-73, 1983.
- [5] 林知己夫: 数量化の方法, 東洋経済新報社, 1974.

[6] 田中英夫: ファジィモデリングとその応用, 朝倉書店, 1990.

[7] 田中英夫, 和多田淳三, 林勲: “ファジィ線形回帰分析の三つの定式化”, 計測自動制御学会論文誌, Vol. 22, No.10, pp. 1051-1057 (1986).