

# AHP による売物件の選定方法

古 川 博 仁\*

## About a Method of the Selecting of the Sold-real-estates by AHP

Hirohito FURUKAWA

**Key words** : AHP Analytic Hierarchy Process, 代替案 alternatives, 主固有ベクトル法 the principal eigenvector approach, ペア比較 the pairwise comparisons, 意思決定者 decision maker, 評価基準 evaluation criteria, 個別評価値 the individual evaluation value, 総合的重要度 the overall weights

### 第1節 緒 言

売物件の購入に際して、そこに購入希望者の趣向が大いに反映されるのは当然の事であり、同じ売物件に対して購入希望者の見方はまちまち（ファジー）である。例えば、ホームページ上の「空き家バンク」に掲げられた条件検索で売物件を絞り込んだとしても、選定にはどうしても購入希望者（意志決定者）の趣向が入るのであり、意思決定に至るまでの過程で購入希望者の主観が大きく左右することは言うまでもない。本論文はこの点に着目し、売物件の購入に際して「購入希望者の趣向をできるだけ反映させた意思決定支援」のための1つのツールとして「AHP」<sup>1-3)</sup>による売物件の選定方法を提案するものである。本論文の動機は、次のようなことから起こった。

平成26年3月、「呉市空き家バンク」<sup>4)</sup>のデータを用いて売物件の購入状況の解析<sup>5)</sup>を呉 OCN<sup>6)</sup>で発表した<sup>7)</sup>が、そこでは次のような問題点が指摘された。

- 1) 空き家対策の一環として自治体がホームページ上に売物件を公表する取り組みはいいとしても、購入に際して自治体がどこまで間に入ってサポートしてくれるのか、あるいはその地区に移住しようとする者の不安に対して自治体がどこまでサポートしてくれるのが重要である。
- 2) ホームページ上の検索で多くの売物件の中から自分が希望するものを絞り込めるのは大変に便利なことではあるが、いくつかの候補の中から自分が欲しいものを選定するまでには至らないと思う。下見も当然のことだが、最終的な選定にはどうしても購入希望者の主観が大きく左右するのであり、一生に一度

の大きな買い物をするを思うとき、そのリスクも考慮に入れなければならない。ミスマッチを極力なくするためのサポート策はあるのか。

- 3) ホームページ上での売物件の検索はあくまでも参考程度のものでしかない。これが空き家対策にどこまで有効なのかは疑問である。自治体はサポート体制を含めて「空き家対策」に関して再検討をする必要があるのではないのか。

自治体のサポート体制に関しては、本論文で取り扱うつもりはない。本論文の取り組みは、上記2)に対するものであり、売物件の最終的な選定に際して自分の趣向がどこまで反映できるのか、意思決定を支援するツールを提案すること、これが本論文の動機である。具体的には、最終的に残った3～4つの候補の中から、自分が趣向する売物件をAHPでシミュレーションして、その評価内容を意思決定に役立てるというものである。支援ツールは、表計算ソフトで作成した。本論文はいわゆる、「AHPによる売物件選定の意思決定支援システムの開発」を目的としており、上記2)に関しての著者の取り組みを報告するものである。

### 第2節 空き家バンクでの売物件の検索

現在、全国の市町村（自治体）が空き家対策に乗り出しており、多くの自治体がホームページ上に「空き家バンク」を開設することにより全国に向けて地元の売物件を発信しているが、これを利用して購入段階に至ったケースは年間で2割程度であり、やや少ない状況のようである。その主な問題点はすでに緒言に示した通りである。表2.1に、平成25年2月～26年2月までの間、「呉市空き家バンク」で調査<sup>6)</sup>した売物件の購入状況を示す。

\* 広島文化学園短期大学コミュニティ生活学科

表2.1 売物件の売却件数

売物件	呉市全体					阿賀				
	調査開始	半年		1年後		調査開始	半年		1年後	
		売却	残留	売却	残留		売却	残留	売却	残留
売土地	313	60	253	92	221	17	2	15	5	12
売住宅	111	30	81	46	65	5	1	4	3	2
売マンション・アパート	60	25	35	39	21	11	5	6	6	5
売ビル	15	2	13	4	11	0	0	0	0	0
売店舗・事務	15	6	9	7	8	0	0	0	0	0
売倉庫	3	0	3	3		0	0	0	0	0
売工場	6	3	3	5	1	2	1	1	1	1
売テラス・別荘	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0
小 計	526	126	400	196	330	35	9	26	15	20

呉市の場合は、年間平均37%程度の売買が成立しているようであり、この取り組みは全校平均をやや上回っている。

ホームページ<sup>4)</sup>上に掲げられた検索項目を「資料」として末尾に掲載する。ホームページ上での検索方法は、本論文の代替案の絞り込みに不可欠であり、ここに敢えて説明を加える。検索項目数は10項目あり、各項目にはレベルまたは区分が付与されている。条件設定は、レベルまたは区分毎に設けられたチェック・ボタンにチェック・マークを入れることでなされる。条件の設定が完了した後に検索ボタンを押せば、希望した売物件が瞬時に絞り込まれる仕組みになっている。呉市空き家バンクで公表されている売物件総数はおよそ500～600件（平成25年2月～26年2月）であり、絞り込みはこれ等の中から行われた。絞り込まれた物件が1件以下であれば、本論文に掲げる「AHPによる売物件選定の意思決定支援システムの開発」は不要となる。本論文では、最終的に3～4件の売物件が絞り込まれたとき、その次の段階としてどのようにしてこれ等の中から最適な売物件を選定するのか、そのための意思決定支援システムをAHPで開発することである。

### 第3節 AHP<sup>1-3)</sup>と本論文におけるアイディア

本論文では、意思決定支援システムの開発にAHPを採用することにした。

AHP (Analytic Hierarchy Process)「階層分析手法」とは、問題解決型の意志決定を支援する目的で開発された分析法の一つである。この分析法の特徴は「人間の勘を活かした意思決定法」にある。専門的な言い方をすれば「主観的な判断とシステムアプローチをミックスした問題解決型意思決定法」であり、1971年 T. L. Saaty<sup>8)</sup>によって開発され、その後多くの研究者が改良を積み重ねている。

次にAHPで行われる分析法（プロセス）を示し、本論文ではこれを踏まえて「どのようにして意思決定を支援する段階に到るのか」を概説する。

- (1) 問題の要素を「最終目標、評価基準、代替案」で捉える。この3つは階層構造で構成し、それぞれレベルで区分する。第一階層として最終目標（レベル1）を明示する。
- (2) 最終目標に対して選定の基準となる第二階層評価基準（レベル2）を策定し、それぞれに個別評価値を定める。
- (3) レベル2の第二階層評価基準毎に第三階層評価基準（レベル3）を策定し、それぞれに個別評価値を定める。
- (4) レベル3の第三階層評価基準毎に代替案の個別評価値（レベル4）を定める。
- (5) 各レベルの評価基準に対する重要度を算出してこれ等を統合し、代替案毎に総合的重要度を求める。
- (6) 代替案毎に提示された総合的重要度を参考にして、最終目標に対する意思決定を行う。

本論文では、「売物件の選択」を上記のプロセスに従って行うが、AHPと異なる点がある。それはプロセス(4)の代替案の個別評価値の策定に関してだが、通常は意思決定者の勘により個別評価値が策定されるのであるが、代替案が売物件の場合は「客観的なデータの比較」により個別評価値の算出が可能であり、本論文ではそのようにした。このように変更しても、レベル1～4において意志決定者の趣向が反映されることを損なうことはないと考えている。と言うのは、プロセス(4)におけるレベル4での代替案とは本論文ではホームページ上で検索された売物件のことであり、絞り込まれた3～4件の売物件に関しては、各条件項目（レベルまたは区分で表された売物件の属性）の一つ一つに対して、その優劣の度合いを客観的な順位で表すことができるのであり、これを

個別評価値として採用することにした。この点が本論文の特徴であり、本論文における取り組みは端的に言えば「AHP による売物件の選定方法」を「自分の趣向に合った売物件をその属性の客観的比較で選定する方法」であると言えるのである。

#### 第4節 AHP の計算方法

AHP による分析法といっても、その計算方法には2通りある。1つは主固有ベクトル法、他の1つは対数最小二乗法 (LLS) である。両者の違いは取り扱うデータにあり、前者では単発のかつ離散的な整数値データを扱い、後者は正規分布型の統計データを扱う。本論文は、データ (個別評価値) として単発のかつ離散的な整数値を扱うものであり、計算は主固有ベクトル法で行うことになる。この方法は Saaty が提案したものである。

##### 第4.1節 主固有ベクトル法について

主固有ベクトル法とは、行列の最大固有値に対する固有ベクトル (これを主固有ベクトルと言う) を行ベクトルまたは列ベクトルの重要度として採用する方法である。留意点として、主固有ベクトル法で求められた行または列のベクトル成分の重要度は、その総和が1になるように正規化することがポイントである。AHP では、最終プロセスにおける総合的重要度は各レベル毎に求めた重要度の積算から計算するのであるが、ここで各レベル毎の重要度が正規化されていなければ、重要度の積算に何等客観性を持たせることができないばかりか、その精度も極めて疑わしいものとなる。AHP は、重要度を正規化することで有意な結果をもたらしているということである。次に、評価基準の個別評価値、代替案の個別評価値、そのペア比較、重要度について説明する。

##### 第4.2節 個別評価値、ペア比較、重要度について

評価基準あるいは代替案は、共にその個別評価値をレベルで表示することになる。通常、個別評価値は整数値で段階的に示し、その数字に高低強弱の度合い (相対的) を持たせることが通常である。例えば、9段階の場合、その度合い (整数値) には次のような比較の意味合いを持たす。

1 : 同じくらい重要, 3 : やや重要, 5 : かなり重要,  
7 : 非常に重要, 9 : 極めて重要

9段階の場合、用いる整数値は1～9までであればどの数字でも使用可能である。個別評価値は必ずしも9段階である必要はなく、SD 法と同様に5段階あるいは3段階など自由であるが、どの場合でも「1は同程度」、「中間値はかなり重要」、「最高値は極めて重要」の意味合いを持たせることが望ましい。

次に、個別評価値とペア比較、重要度の関係を説明する。

評価基準あるいは代替案が A, B, C の3つの場合を想定する。個別評価値は3段階とし、各案の右に示した ( ) 内の数字がそれである。

ケース1 (3段階) : A 案 (1), B 案 (2), C 案 (3),  
ペア比較とは、A, B, C 間の個別評価値の比 (割合) のことであり、その組み合わせは6通り、これに自分自身を加えれば9通りとなり、これを3行3列の3次の正方行列で表わす。この行列をペア比較行列と言い、ケース1では例えば次のように設定することができる。

表4.2.1 3行3列のペア比較 (完全整合の場合)

	A	B	C
A	1 / 1	1 / 2	1 / 3
B	2 / 1	2 / 2	2 / 3
C	3 / 1	3 / 2	3 / 3

表4.2.1では、左上から右下に掛けての対角要素 (3つ) の値は全て1, 右上三角行列の3つの要素と左下三角行列の3つの要素は互いに逆数関係になるように設定しているが、ペア比較のこのような状態を完全整合と言う。完全整合であればこのペア比較行列の最大固有値  $\lambda_{\max}$  はペア比較行列の次数に一致し、上記では  $\lambda_{\max} = 3$  となる。 $\lambda_{\max}$  に対する主固有ベクトル  $x$  の大きさ (これを  $x$  の重要度と言う) を固有値計算で求めると行ベクトル (0.17, 0.33, 0.5) になる。なお、ここで求めた  $x$  の重要度は、その総和が1になるように正規化されており、今後の重要度の積算に客観性を持たせている。完全整合の場合、 $x$  の重要度はペア比較行列の (各列ベクトル成分) / (各列ベクトル成分の総和) を行ベクトルに転置した値に等しくなる。

ところで、ペア比較行列は完全整合である必要はなく、行列の各要素 (比の値) は意思決定者の趣向により勝手に決めてよい。ペア比較のこのような状態を不整合と言う。AHP ではペア比較行列の整合性の度合いを表わす指標として整合性指数 (Consistency Index) C.I. が定義されており、不整合の場合はその許容範囲が決められている。次に C.I. の定義式を示す。

$C.I. = (\lambda_{\max} - m) / (m - 1)$ , 但し、 $m$  はペア比較行列 (正方行列) の次数。

ペア比較行列が完全整合であれば、 $\lambda_{\max} = m$  となり  $C.I. = 0$  であるが、不整合の場合は  $\lambda_{\max} > m$  となり、この場合の整合性の許容範囲は、 $0 \leq C.I. < 0.15$  の範囲内であってはならない。この許容範囲内であれば、ペア比較の設定は有効であると見なし、もし  $C.I. \geq 0.15$  であればペア比較は無効であると判断して設定をやり直すことになる。

例えば、意思決定者の勝手な裁量 (趣向) で表4.2.2のようなペア比較がなされたとする。ペア比較行列は明らかに不整合であるが、この場合、 $\lambda_{\max} = 3.04$ ,



$x(0.20, 0.34, 0.46)$  であり,  $C.I.=0.018$ となり許容範囲内であるから, 意思決定者の趣向によるペア比較は有効であると見なされる。

表4.2.2 3行3列のペア比較 (不整合の場合)

	A	B	C
A	1 / 1	1 / 2	1 / 2
B	2 / 1	2 / 2	2 / 3
C	3 / 1	3 / 3	3 / 3

次に, 個別評価値の設定 (段階) が異なればそれに対する重要度 (主固有ベクトル  $x$  の大きさ) も違ってくることに留意する必要がある。完全整合 ( $C.I.=0$ ) を想定して, ケース2~4としてそれを示す。

ケース2 (5段階): A案 (1), B案 (3), C案 (5), 重要度  $x$  は (0.11, 0.33, 0.56),  $C.I.=0$

ケース3 (7段階): A案 (1), B案 (4), C案 (7), 重要度  $x$  は (0.08, 0.33, 0.58),  $C.I.=0$

ケース4 (9段階): A案 (1), B案 (5), C案 (9), 重要度  $x$  は (0.07, 0.33, 0.60),  $C.I.=0$

これ等の重要度は正規化されている。個別評価値の設定 (段階) を高くすればするほど, 重要度の開きは大きくなるのが分かる。このことは次のことを意味している。段階を増やすことによってペア比較の個別評価値の比に多様性を持たせることはできるが, もしそれにより整合性が損なわれれば, それだけ  $C.I.$  値は増加することになり, AHPの精度は悪化する。 $C.I.\geq 0.15$ の場合, ペア比較は無効となるのであり, ペア比較の設定そのものをやり直さなければならない, 意思決定者はこの点に留意する必要がある。

#### 第4.3節 主固有ベクトル法のプロセスについて

第3節で示した AHP の大まかなプロセスを主固有ベクトル法で説明すると, 次のようになる。

プロセス (1) では, 意思決定の最終目標 (レベル1) はいったい何なのか, 選定する際の評価基準は何なのか (基準の策定), それを階層構造 (レベル2, レベル3) で示すとどのようになるのか, 各評価基準はどの程度重要なのか (個別評価値の段階設定), それで何を決定するのか, さらに選定対象となる代替案を明示する必要がある。

プロセス (2) では, 始めにレベル2の第二階層評価基準の個別評価値を設定する。第二階層評価基準は複数個 (最大  $7\pm 2$  個まで) 設定されているのが常であり, 各評価基準同士は策定された個別評価値をもとにペア比較する。本論文では完全整合の場合のみを扱う。第二階層評価基準間のペア比較はお互いの個別評価値の比で表され, これによりこれ等の比を要素としたペア比較行列ができ上がる。このペア比較行列の最大固有値を算出してその

主固有ベクトルを求め, その大きさを正規化したものが第二階層評価基準の重要度である。

プロセス (3) では, 始めにレベル3の第三階層評価基準の個別評価値を策定する。第三階層評価基準は個々の第二階層評価基準の下に複数個 (最大  $7\pm 2$  個まで) 設定されているのが常である。策定された個別評価値をもとに第三評価基準同士のペア比較を行う。プロセス (2) と同様に第三階層評価基準間のペア比較は完全整合でありお互いの個別評価値の比で表され, これによりこれ等の比を要素としたペア比較行列ができ上がる。このペア比較行列の最大固有値を算出してその主固有ベクトルを求め, その大きさを正規化したものが第三階層評価基準の重要度である。

プロセス (4) では, 始めにレベル4の代替案同士の個別評価値を設定する。代替案の個別評価値の設定は, 第三階層評価基準の全てに対して行う。設定された個別評価値をもとに代替案同士のペア比較を行う。プロセス (2) と同様に代替案間のペア比較は完全整合で行いお互いの個別評価値の比で表され, これによりこれ等の比を要素としたペア比較行列ができ上がる。このペア比較行列の最大固有値を算出してその主固有ベクトルを求め, その大きさを正規化したものが代替案の重要度である。

プロセス (5) では, 第二階層評価基準により算出された重要度, 第三階層評価基準で算出された重要度, 代替案毎に算出された重要度の3つを積算して, 総合的重要度を代替案毎に算出する。この総合的重要度が求める値である。

プロセス (6) では, 総合的重要度を参考にしてレベル1の最終目標に対して意思決定を行う。

本論文が目的としているシステム開発にあたって, 次に上記のプロセスを数学的に説明する。

#### 第4.4節 主固有ベクトル法によるプロセスの数学的説明

個別評価値を  $w_i$  で表す。評価基準において  $j$  要素に対する  $i$  要素の個別評価値の比を

$$a_{ij} = w_i / w_j$$

で表し, これを  $j$  に対する  $i$  のペア比較と呼ぶ。

$a_{ij}$  によって生成された  $m$  行  $m$  列の正方行列

$$A = [a_{ij}]$$

をペア比較行列と呼ぶ。なお,  $a_{ij}$  の値は必ずしも  $a_{ij} = w_i / w_j$  である必要はなく, 比率は意思決定者の裁量に任されている。また, AHP では  $m$  の値 (評価基準の項目数) は最大  $7\pm 2$  が望ましいとされている。

次に, 行列  $A$  の固有値問題を考える。

$$Ax = \lambda x$$

としたとき, 右辺の係数  $\lambda$  を固有値と言う。 $\lambda$  の値は行列式,

$$|A - \lambda E| = 0, \quad (E \text{ は } m \text{ 行 } m \text{ 列の単位行列})$$

を解くことによって得られ、その中で最も大きい値が最大固有値  $\lambda_{\max}$  である。

行列  $A$  の  $\lambda_{\max}$  に対するベクトル  $x$  が主固有ベクトルであり、これを  $x_A$  で表す。これが求める重要度であり、全ての要素の総和が1になるように正規化しておく。

行列  $A$  の整合性指数 C.I. が  $0 \leq \text{C.I.} < 0.15$  であれば AHP は有効と見なされる。

以下、有効であることを前提に話しを進める。

プロセス (2) において、第二階層評価基準の個別評価値から作成されたペア比較行列を  $A$  とする。行列  $A$  において、最大固有値とそれに対する主固有ベクトル (重要度)  $x_A$  を求める。 $x_A$  は正規化された行ベクトルであり、その要素の個数を  $m$  とする。 $m$  は第二階層評価基準の項目数であり、 $x_A$  の各要素は第二階層評価基準の各項目に対する重要度である。

プロセス (3) において、第三階層評価基準の個別評価値から作成されたペア比較行列を  $B_i$  とする。添え字  $i$  は第二階層評価基準の各項目に対応している。すなわち、 $i = 1 \sim m$  である。行列  $B_i$  において、最大固有値とそれに対する主固有ベクトル (重要度) を  $x_{Bi}$  を求める。 $x_{Bi}$  は正規化された行ベクトルであり、その要素の個数を  $n_i$  とする。 $i$  とは  $i$  番目の第三階層評価基準のことであり、 $x_{Bi}$  とは  $i$  番目の第三階層評価基準に対する重要度 (行ベクトル) のことである。 $i = 1 \sim m$  の全てに対して  $x_{Bi}$  を求める。各  $x_{Bi}$  は全て正規化された行ベクトルである。

ここで、第二階層評価基準で得た重要度 ( $x_A$ ) と第三階層評価基準で得た重要度 ( $x_{Bi}$ ,  $i = 1 \sim m$ ) を統合する為に、次の方法で重要度の積算を行い、統合化された重要度ベクトル  $T$  を生成する。

- ・  $x_A = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$  と置き、その中の  $i$  番目の要素を  $x_i$  で表わすことにする。
- ・ 次に、 $x_i$  の値をそれに対応した  $x_{Bi}$  の全ての要素に掛けて、それでできた行ベクトルを  $s_i$  と置く。
- ・ この操作を  $i = 1 \sim m$  の全てで行い、 $m$  個の行ベクトル  $s_i$  を作る。
- ・ 次に、 $s_i$  を  $i = 1 \sim m$  まで行方向に繋ぎ合わせて大きな行ベクトル  $T$  を作る。

これが統合化された重要度ベクトル  $T$  であり、その要素の数は  $n_i$  ( $i = 1 \sim m$ ) の総和 ( $\sum n_i$ ) である。すなわち、

$$T = (t_1, t_2, \dots, t_r), \quad r = \sum n_i$$

行ベクトル  $T$  は、最終目標を得るために検討された評価基準全体の重要度を示しており、この重要度を用いて代替案の中から最も相応しいものを選定することができる。

次にその方法を述べる。

- ・ プロセス (4) において、行ベクトル  $T$  の各要素  $t_j$  ( $j = 1 \sim r$ ) の一つ一つに対応して、代替案同士のペア比較行列  $C_j$  を作り、その主固有ベクトルを  $x_{Cj}$  と

する。これは正規化された行ベクトルであり、その要素の数は代替案の数  $p$  に一致する。

- ・ 得られた  $j = 1 \sim r$  までの全ての行ベクトル  $x_{Cj}$  を上から下に向かって順に配置して、大きな  $r$  行  $p$  列の行列  $U$  を作る。
- ・ プロセス (5) において、最終的に求めたい総合的重要度  $x_D$  は、 $T$  と  $U$  の行列積で算出される。当然、 $x_D$  の要素の数は代替案の数  $p$  と一致する。すなわち、 $x_D = T \cdot U$
- ・ プロセス (6) における意思決定は、 $p$  個の代替案の  $x_D$  値 (総合的重要度) を比較して行う。

以上が、主固有ベクトル法による AHP のプロセスである。

次に、これを具体的な売物件に当てはめて、その意思決定支援システムの開発を行うことにする。

## 第5節 売物件を選定するための意志決定支援システムの開発

売物件とは、売買情報が公開されている物件のことであり、売土地、売住宅、売マンション、売店舗、売倉庫などの総称である。本論文では、この中で売土地に関する意思決定支援システムの開発を示して、その考察を行うことにする。ここで、本論文における意思決定者とは著者自身とする。

### 第5.1節 代替案の設定

平成25年2月～平成26年2月までの間、呉市ホームページ<sup>4)</sup> にアップされていた売物件データの中から4件の売土地を抽出して、上記に掲げた AHP のプロセスで選定を試みる。

検索条件 (条件設定) は「場所は呉市阿賀中央とその近辺」、「物件種別は売土地」、「土地価格は1,500万円～5,000万円の間」、「土地面積は 200 m<sup>2</sup>～500 m<sup>2</sup>」、「駅 (バス停を含む) から5分以内」で行った。

この検索条件でヒットした売土地は4件あり、これを代替案とした。ここでの最終目標は、この中から「意思決定者の趣向に合った売土地を選定すること」とする。

ところで、ホームページ上には、売土地に関してさらに次のような詳細情報 (売土地の属性、33項目) が掲載されている。

＜ホームページに掲載されている売土地の属性 (33項目) の列記＞、

物件番号、種目、所在地、価格、土地面積、土地権利、都市計画、m<sup>2</sup>単価、交通、坪単価、建ぺい率／容積率、地目、用途地域、詳細情報、地勢、借地料等、借地期間、条件等、国土法届出、最適用途、その他費用、分譲宅地、接道状況、法令上制限等、備考、設備、定住タイプ、私道負担面積、セットバック、現況、引渡、工事完了予定日

実はホームページ上での検索条件とは、この中から選定された10項目だった訳である。

### 第5.2節 レベル1の最終目標およびレベル2, 3の評価基準の策定

売土地に関して、意思決定者から次の様な最終目標が明示され、それに対する第二階層評価基準、その下に第三階層評価基準が策定されたものとする。

プロセス（1）でのレベル1の最終目標は、「検索条件で抽出した4つの売土地の中から意思決定者の趣向に合った売土地を選定すること」である。ここで、趣向に関しては第二階層、第三階層の評価基準の策定とその個別評価値で示すことになる。

プロセス（2）でのレベル2の第二階層評価基準は、売土地に対する意思決定者の趣向から策定されるものである。意思決定者の趣向とは「財産的価値、法的制約、利便性」の3つとし、これが第二階層評価基準となる。

プロセス（3）でのレベル3の第三階層評価基準とは、第二階層評価基準で策定した「財産的価値、法的制約、利便性」のそれぞれに属する項目のことである。これ等の項目の策定は、ホームページ上に記載されている売土地の属性（33項目）の中から10項目を選定して行うことにした。すなわち、

財産的価値に属する項目（価格、土地面積、 $m^2$ 単価）,

法的制約に属する項目（建ぺい率、容積率、セットバック、地目）,

利便性に属する項目（交通、地勢、接道状況）,

上記の（ ）内が第三階層評価基準である。

属性の分類は因子分析で行うのがベターだが、その場合はこれ等の統計的データが必要である。先にも述べた様に、本論文で扱うデータは全て単独的な整数値であり統計データではないので、分類は意思決定者の判断で行った。これ等の個別評価値は、次節で示す。

上記の第三階層評価基準を羅列すれば、「価格、土地面積、 $m^2$ 単価、建ぺい率、容積率、セットバック、地目、交通、地勢、接道状況」（10項目）となる。

### 第5.3節 代替案の個別評価値の設定

プロセス（4）のレベル4では、レベル3で定めた第三

階層評価基準の10項目のそれぞれに対して代替案の個別評価値を示すことになる。通常は、意思決定者の勘に頼るのであるが、本論文ではこれ等の10項目に関するデータはホームページ上から得ることができて、それを順位に置き換えた値を代替案の個別評価値として採用した。これは、代替案同士のペア比較に客観性と整合性を持たせる為である。

第三階層評価基準（10項目）毎に代替案の個別評価値（順位）を決める方法として、意思決定者は次のような趣向で順位決めを行ったとする。

価格：安いほどよい、土地面積：広いほど良い、 $m^2$ 単価：安いほどよい、

建ぺい率と容積率：割合が大きいほどよい、セットバックと交通：値が小さいほどよい、

地目：農地、工業地、宅地の順に個別評価値を大きくする、

地勢：高台、斜面、平地の順に個別評価値が高くなる、接道状況：接道数が大きく、接面の幅員が広いほど個別評価値が高くなる、

以上により、第4.3節の「主固有ベクトル法のプロセス」に従ってシステムの構築を試みる。

### 第5.4節 売土地の選定に関する意思決定支援システム

#### (a) プロセス（1）の設定

レベル1の最終目標を「売土地の中から意思決定者の趣向に合ったものを選定すること」とする。

ホームページの検索で絞り込まれた4つの売土地を表5.4.1に示す。

#### (b) プロセス（2）の設定

レベル2の第二階層評価基準の個別評価値を次のように設定した。

表5.4.2 第二階層評価基準の個別評価値

入力欄	
第二階層評価基準	個別評価値
購入規模	3
法的優遇性	1
利便性	2

表5.4.1 ホームページの検索で絞り込まれた4つの売土地の概要

種目	価格 (万円)	土地面積 ( $m^2$ )	$m^2$ 単価 (万円)	交通 (徒歩)	建ぺい率	容積率	地目	地勢	接道状況	セットバック
売土地1	1,980	284.79	6.95	1分	60%	200%	宅地	平坦	：北：幅：20.4m	
売土地2	1,595	210.91	7.56	4分	60%	160%	宅地	平坦	二方、：北：幅員：2.4m ：北東：幅員：2.2m	
売土地3	2,500	285.32	8.76	4分	80%	200%	宅地	平坦	：一方、：東：幅員：3.3m	要 10 $m^2$
売土地4	5,264	435.10	12.10	5分	80%	300%	宅地	平坦	：一方、：南西：幅員：7.0m	



## (c) プロセス (3) の設定

レベル 3 の第三階層評価基準の個別評価値を次のように設定した。

表5.4.3 第三階層評価基準の個別評価値

入力欄		
第二階層表基準	第三階層評価基準	個別評価値
購入規模	価格	3
	土地面積	2
	m <sup>2</sup> 単価	1
法的優遇性	建ぺい率	4
	容積率	3
	セットバック	2
	地目	1
利便性	交通	3
	地勢	2
	接道状況	1

## (d) プロセス (4) の設定

レベル 4 の代替案の個別評価値の設定を次のように行う。

まず、表5.4.1のデータを個別評価値（順位）に変換する。それには最終目標として選定したい売土地に対する代替案の趣向（意向）を、意思決定者は示さなくてはならない。売土地の10項目の属性に対して、第5.3節で趣向を次のように設定していたので再掲する。

価格：安いほどよい（価格を降順で表せば、安いもの程順位の整数値は大きくなる）、  
 土地面積：広いほどよい（昇順、広い程順位の整数値は大きくなる）、  
 m<sup>2</sup> 単価：安いほどよい（降順、安いもの程順位の整数値は大きくなる）、  
 建ぺい率と容積率：割合が大きいほどよい（昇順、大きい程順位の整数値は大きくなる）、  
 セットバックと交通：値が小さいほどよい（降順、小さい程順位の整数値は大きくなる）、  
 地勢：高台、斜面、平地の順に個別評価値を大きくする、  
 地目：農地、工業地、宅地の順に個別評価値を大きくする、

接道状況：接道数が大きく、接面の幅員が広いほど個別評価値が高くなる（昇順）、

のように設定する。

ここで、例えば交通（最寄りの駅・バス停までの徒歩時間）の利便性を順位で表してみる。売土地 1，売土地 2，売土地 3，売土地 4 の順に徒歩時間（分）は（1，4，4，5）であり、短い程よいということで順位を付けてみる。この場合は、徒歩時間（分）の降順で順位を付けるべきであり、その結果は（4，3，3，1）となる。勿論、（4，2，2，1）という「順位の高い方をとる方法」もあるが、本論文では前者の方とし、同順位の場合はその数だけ次の「順位が下がる方法」とした。「順位の高い方をとる方法」との差異に関しては、考察（1）で述べることにする。また、地目と地勢は全て同順位でありレベルの段数に関係なく全て 1 とした。この点に関しては、どの数字を使っても結果として算出される重要度は同じである。

この様にして表5.4.1を順位に変換すると、次の表5.4.4のようになる。

## &lt;ペア比較行列と重要度の計算&gt;

主固有ベクトル法によるペア比較行列の作成は全て完全整合で行った。従って、全てのペア比較行列の整合性指数 C.I. 値は 0 である。なお、次に示すペア比較行列、重要度ベクトルなどの結果には、第4.4節の数学的説明で用いた記号を付けて便宜した。

## (e) プロセス (2) の計算

レベル 2 の第二階層評価基準のペア比較行列と重要度ベクトルを算出すると次のようになった。

表5.4.5 ペア比較行列 A とその重要度ベクトル

	購入規模	法的優遇性	利便性
購入規模	1.000	3.000	1.500
法的優遇性	0.333	1.000	0.500
利便性	0.667	2.000	1.000

$$\lambda_{\max} = 3 \quad \text{C.I.} = 0$$

	購入規模	法的優遇性	利便性
重要度ベクトル： $x_A$	0.500	0.167	0.333

表5.4.4 4つの売土地の概要（順位が下がる方法）

種目	価格	土地面積	m <sup>2</sup> 単価	交通	建ぺい率	容積率	地目	地勢	接道状況	セットバック
売土地 1	3	2	4	4	2	3	1	1	4	4
売土地 2	4	1	3	3	2	1	1	1	1	4
売土地 3	2	3	2	3	4	3	1	1	2	1
売土地 4	1	4	1	1	4	4	1	1	3	4

## (f) プロセス (3) の計算

レベル 3 の第三階層評価基準のペア比較行列と重要度ベクトルを算出すると次のようになった。

表5.4.6 ペア比較行列  $B_1$  とその重要度ベクトル ( $i = 1 \sim 3$ )

ペア比較行列:  $B_1$

	価格	土地面積	m <sup>2</sup> 単価
価格	1.000	1.500	3.000
土地面積	0.667	1.000	2.000
m <sup>2</sup> 単価	0.333	0.500	1.000

$$\lambda_{\max} = 3 \quad \text{C.I.} = 0$$

	価格	土地面積	m <sup>2</sup> 単価
重要度ベクトル: $x_{B1}$	0.500	0.333	0.167

ペア比較行列:  $B_2$

	建ぺい率	容積率	セットバック	地目
建ぺい率	1.000	1.333	2.000	4.000
容積率	0.750	1.000	1.500	3.000
セットバック	0.500	0.667	1.000	2.000
地目	0.250	0.333	0.500	1.000

$$\lambda_{\max} = 4 \quad \text{C.I.} = 0$$

	建ぺい率	容積率	セットバック	地目
重要度ベクトル: $x_{B2}$	0.4000	0.3000	0.2000	0.1000

ペア比較行列:  $B_3$

	交通	地勢	接道状況
交通	1.000	1.500	3.000
地勢	0.667	1.000	2.000
接道状況	0.333	0.500	1.000

$$\lambda_{\max} = 3 \quad \text{C.I.} = 0$$

	交通	地勢	接道状況
重要度ベクトル: $x_{B3}$	0.5000	0.3333	0.1667

## (g) プロセス (4) の計算

統合化された重要度ベクトルの算出は次のように行った。

まず、レベル 2 とレベル 3 の重要度を掛け合わせることで、統合化された重要度ベクトル  $T$  を求める。ここでの結果は、意思決定者の注目の度合いを示したものであり、注目の高い属性は価格、土地面積、交通であり、注目が低いのは地目、セットバックであることが分かる。レベル 2 とレベル 3 の個別評価値の設定は意思決定者の趣向で決められることから、それで求めた重要度の算出は可変である。本論文はこの点に着目し、重要度をシミュレーションで様々に変えてみて、「売物件の重要度の変化を掴むことで選定のミスマッチをできるだけ回避する」手法を試みた。

## (h) プロセス (4 の続き) の計算

レベル 4 の代替案の重要度行列の作成は、次のように行った。

10項目の売物件の属性の一つ一つに対して、代替案同士のペア比較を行い重要度を計算する。算出された重要度ベクトルを  $x_{Cj}$  ( $j = 1 \sim 10$ ) で表す。次にこれ等の重要度を統合して行列  $U$  を作成すると表5.4.8のようになる。但し、ここでは便宜上  $U$  を転置行列（行と列を入れ替え） $U^T$  で表すこととする。

## (i) プロセス (5) の計算

統合化された重要度ベクトル  $T$  と行列  $U$  を掛けて、総合的重要度  $x_D$  を算出すると表5.4.9のようになる。表の下段には順位を添え、判断しやすいようにした。

表5.4.9 総合的重要度  $x_D$ 

	売土地 1	売土地 2	売土地 3	売土地 4
総合的重要度: $x_D$	0.293	0.250	0.245	0.212
意志決定 (順位)	1	2	3	4

表5.4.7 統合化された重要度ベクトル  $T$ 

価格	土地面積	m <sup>2</sup> 単価	建ぺい率	容積率	セットバック	地目	交通	地勢	接道状況
0.250	0.167	0.083	0.067	0.050	0.033	0.017	0.167	0.111	0.056

表5.4.8 重要度行列の転置行列  $U^T$ 

	$x_{c1}$	$x_{c2}$	$x_{c3}$	$x_{c4}$	$x_{c5}$	$x_{c6}$	$x_{c7}$	$x_{c8}$	$x_{c9}$	$x_{c10}$
	価格	土地面積	m <sup>2</sup> 単価	建ぺい率	容積率	セットバック	地目	交通	地勢	接道状況
売土地 1	0.300	0.200	0.400	0.167	0.308	0.308	0.250	0.364	0.250	0.400
売土地 2	0.400	0.100	0.300	0.167	0.077	0.308	0.250	0.273	0.250	0.100
売土地 3	0.200	0.300	0.200	0.333	0.308	0.077	0.250	0.273	0.250	0.200
売土地 4	0.100	0.400	0.100	0.333	0.308	0.308	0.250	0.091	0.250	0.300



## (j) プロセス (6) 意思決定

意志決定に推奨する売物件の選定を行う。

売土地の中で一番重要度が大きいのは売土地 1 である。これが AHP による売物件の選定結果であり、意志決定者はこの結果を参考にしながら売物件の決定を行うことがベターであると思われる。

## 第 6 節 考 察

本システムの特徴は、候補に挙がった複数の売物件（ここでは 4 件）を代替案としたとき、33項目からなるデータベースの中から売土地の属性10個（意思決定者の意向）により、

- ・これ等の個別評価値を意思決定者の趣向の度合い（順位）で表したこと、
- ・ペア比較は完全整合で行い客観性を持たせたこと、
- ・これ等により求めた重要度を統合して行列  $U$  を作成し、それに意思決定者の趣向を反映した「統合化された重要度ベクトル  $T$ 」を掛け合わせることで代替案の総合的重要度  $x_D$  を算出したこと、

である。

この方法は、 $x_D = T \cdot U$  より、行列  $U$  を固定した場合、総合的重要度  $x_D$  と「統合化された重要度ベクトル  $T$ 」は互いに関数関係にあると見なすことができ、 $T$  値をさまざまに変えながら  $x_D$  値をシミュレーションすることができるという強みを持っている。これは、意思決定者にとって趣向の度合いを微妙に調整できる強みであり、第 5.4 節「(g) プロセス (4) の計算」で述べた「回避策」として利用できる。シミュレーションとは、第二階層評価基準の順位と第 3 階層評価基準の順位を意思決定者の趣向で様々に変えてみることであり、その結果についてはここでは割愛する。

## [考察 (1)]

第 5.4 節「(d) プロセス (4) の設定」で述べた「同順位」の付け方に関して「順位の高い方をとる方法」で検討すると、次のようになる。

変化する属性は建ぺい率、容積率、セットバックの 3 つである。この 3 つは第 5.4 節「(e) プロセス (2) の計算」において、意思決定者があまり注目していない法的優遇性に属する項目であることに留意が必要である。計

算結果を表 6.2 に示す。総合的重要度  $x_D$  の値に多少の差はあるが、表 5.4.9 との比較において順位に変化はなかった。傾向として順位 (4, 3, 3, 1) を (4, 2, 2, 1) とした場合、重要度はあまり変化していないが、例えば (4, 4, 4, 1) を (2, 2, 2, 1) とした場合は、順位の差が小さくなり、重要度にメリハリが付きにくく、最終的には意思決定を鈍らせるものと考えられる。

表 6.2 総合的重要度  $x_D$  (順位の高い方をとる方法)

	売土地 1	売土地 2	売土地 3	売土地 4
総合的重要度: $x_D$	0.287	0.244	0.242	0.226
意志決定 (順位)	1	2	3	4

## [考察 (2)]

本システムでは、最終目標に対する代替案の選定は、算出された  $x_D$  の値を順位 (降順) で表わして、どれが意思決定者の趣向に合った代替案なのか簡単に分かるようにした。

ところで、本システムでは主固有ベクトル法を採用しているが、この方法は本質的にいくつかの弱点<sup>7)</sup>を抱えている。

例えば、

- ① 代替案が追加されたとき、代替案同士のペア比較を始めからやり直さなければならないこと、
- ② 代替案が追加されたとき、代替案の評価順位の逆転が起こり得ること、
- ③ 代替案が多くなると、ペア比較の数がそれだけ増加するばかりでなく、整合性が悪化する、
- ④ 意思決定者の趣向に合った個別評価値の設定、ペア比較がうまくできていないと、過剰評価、過大評価が生じやすく、信頼性が得にくい、

などである。ここでは、上記の②に関して考察を行う。次にその一例を示す。

## &lt;本システムの弱点&gt;

代替案に次のような売土地 5 を追加して分析を試みる。

プロセス (1) でのレベル 1 の最終目標は「次の 5 つの売土地の中から意思決定者の趣向に合ったものを選定すること」とする。

表 6.1 4 つの売土地の概要 (順位の高い方をとる方法)

種目	価格	土地面積	m <sup>2</sup> 単価	交通	建ぺい率	容積率	地目	地勢	接道状況	セットバック
売土地 1	3	2	4	4	1	2	1	1	4	2
売土地 2	4	1	3	2	1	1	1	1	1	2
売土地 3	2	3	2	2	3	2	1	1	2	1
売土地 4	1	4	1	1	3	4	1	1	3	2

表6.3 5つの売土地の概要

種目	価格 (万円)	土地面積 ( $\text{m}^2$ )	$\text{m}^2$ 単価 (万円)	交通 (徒歩)	建ぺい率	容積率	地目	地勢	接道状況	セットバック
売土地 1	1,980	284.79	6.95	1 分	60%	200%	宅地	平坦	北:幅:20.4m	
売土地 2	1,595	210.91	7.56	4 分	60%	160%	宅地	平坦	二方, 北:幅員:2.4m, :北東:幅員:2.2m	
売土地 3	2,500	285.32	8.76	4 分	80%	200%	宅地	平坦	:一方, 東:幅員:3.3m	要 10 $\text{m}^2$
売土地 4	5,264	435.10	12.10	5 分	80%	300%	宅地	平坦	:一方, 南西:幅員:7.0m	
売土地 5	280	95.75	2.92	2 分	60%	200%	宅地	難段	一方	

プロセス (2), (3) において, レベル 2, 3 は第二および第三階層評価基準のペア比較行列と重要度ベクトルの算出であり, プロセス (4) によりこれ等で得られた統合化された重要度  $T$  は第5.4節, 「(g) プロセス (4) の計算」と同じ値を使うことにする。レベル 4 の代替案の個別評価値は第5.4節「(d) プロセス (4) の設定」と同じ条件で設定することにした。

第5.4節と同様に計算して総合的重要度  $x_D$  を算出すると表6.5の様な結果が得られた。

この結果を表5.4.9と比較すると, 売土地 2, 売土地 3, 売土地 4 の順位が (2, 3, 4) から (5, 2, 3) に変化しており, 特に売土地 2 の順位が 2 番から 5 番 (最低) に落ちるという大逆転が生じている。これは, 意思決定者の判断を狂わせる要因とも成り兼ねない事態であり, この一例からも「AHP では代替案を追加すると  $x_D$  の精度が悪化し, 代替案の順位の逆転が起こる」が分かる。

まさに, 第 1 節 2) に掲げたように, 「ホームページ上の検索で多くの売物件の中から自分が希望するものを絞り込めるのは大変に便利なことではあるが, いくつかの候補の中から自分が欲しいものを選定するまでには至らないと思う。下見も当然のことだが, 最終的な選定にはどうしても購入希望者の主観的が大きく左右するのであり, 一生に一度の大きな買い物をするを思うとき,

そのリスクを考慮に入れなければならない。ミスマッチを極力なくすためのサポート策はあるのか。」ということがそのまま言える問題である。

主固有ベクトル法は, Frobenius によれば最大過剰評価に対して, その値をできるだけ小さくする「Min-Max 最適化問題」と同等であることが証明されている。言い方を変えれば「最適な代替案の選定」を「代替案のペア比較の設定の中から過剰評価をできるだけ小さくすることで, 最適な重要度を得る方法」とと言える。逆に, 意思決定者の趣向に合った個別評価値の設定, ペア比較がうまくできていないと, なかなか信頼性が得にくいシステムであるとも言える。

上記の例では「価格の重要度」が大きく影響しており, 売土地 5 の追加により売土地 2 の価格の重要度は「0.4 から 0.13 に急減」したことで順位の大逆転が生じたのであり, あらかじめそのことを把握していないと意思決定者による誤評価もあり得るということである。つまり, 第二および第三階層評価基準の個別評価値の設定がシステムの信頼性のカギであり, できるだけ意思決定者の趣向が反映できるものでなければ AHP による解析の信頼性はないと言える。

順位の逆転は, ケース・バイ・ケースで見ていくしか方法がなく, 共通した回避策というものはまだ報告され

表6.4 5つの売土地の概要 (順位が下がる方法)

種目	価格	土地面積	$\text{m}^2$ 単価	交通	建ぺい率	容積率	地目	地勢	接道状況	セットバック
売土地 1	3	3	4	5	3	2	1	5	5	5
売土地 2	2	2	3	3	3	1	1	5	2	5
売土地 3	4	4	2	3	5	4	1	5	3	1
売土地 4	1	5	1	1	5	5	1	5	4	5
売土地 5	5	1	5	4	3	4	1	1	1	5

表6.5 総合的重要度  $x_D$ 

	売土地 1	売土地 2	売土地 3	売土地 4	売土地 5
総合的重要度: $x_D$	0.232	0.166	0.224	0.191	0.187
意志決定 (順位)	1	5	2	3	4

ていないようである。

本システムは、AHP の本質的な欠点の回避策として、意思決定者に様々な趣向でシミュレーションをさせてみて、代替案の総合的重要度の変化の傾向をあらかじめ把握させることで、誤評価が回避でき得ることを提案するものである。この場合の、シミュレーションとは、第二および第三階層評価基準の個別評価値を変化させて、総合的重要度の変化（順位の異変）をみることである。

ここで、個別評価値の変化とは第4.2節で示したように、個別評価値の段階を例えば3段階から5段階あるいは3段階から2段階に変化させることで重要度の開きを大きくしたり小さくしたりすることを意味する。

#### <AHP の弱点の回避策>

まず、第2階層評価基準の個別評価値を、その下の第三階層評価基準の個別評価値に掛けてみて、全項目のおよその個別評価値を概観する。つまり、第5.4節、「(b) プロセス (2) の設定」と「(c) プロセス (3) の設定」の個別評価値をそれぞれ掛け合わせておよその重要度を見積もることができるのであり、その値を算出すると表6.6のようになる。これを、「全項目の個別評価値の見積もり」と言うことにする。

明らかに価格の個別評価値が一番高そうである。これは、表5.4.9と比べて言えそうである。順位の逆転は、項目の個別評価値の見積もりの高いところで起こり得るのであり、その個別評価値を一度下げてみてその敏感性（感度）を確認しておく。例えば、追加前の売土地の財産規模を3段階から2段階へ変化すると、売土地2の総合的重要度による順位は2位から3位に変化するのであり、意思決定者はこのことをまず把握しておく。このとき、価格の個別評価値は代替案の順位に関して敏感である（感度が高い）と言え、統合化された重要度ベクトル T における価格の重要度がその感度を表していると言える。このことは、同時に代替案を追加した場合に順位の逆転が起こり得るというシグナルでもある。

代替案の選定順位に対しては、シミュレーションにより意思決定の趣向の変化による影響をある程度把握した上で意思決定することが誤評価を防ぎ信頼性を高めることにおいて重要であると言える。あくまでも、本論文はシミュレーションによって意思決定者の趣向を変えさせることを目的としているのではなく、シミュレーションによってシステムの敏感性を把握することで誤評価を回避することができ得ることを提案するものである。

## 第7節 ま と め

本論文で取り組んだ内容と結果及び考察をまとめると、次のようになる。

- ①呉オープンカレッジネットワーク会議において、呉市がホームページ上に掲載している「呉市空き家バンク（平成25年2月～26年2月）」から、売物件の売れ筋の報告を行った。そこでは「ホームページ上の検索で多くの売物件の中から自分が希望するものを絞り込めるのは大変に便利なことではあるが、いくつかの候補の中から自分が欲しいものを選定するまでには至らないと思う。下見も当然のことだが、最終的な選定にはどうしても購入希望者の主観的が大きく左右するのであり、一生に一度の大きな買い物をするを思うとき、そのリスクを考慮に入れなければならない。ミスマッチを極力なくすためのサポート策はあるのか。」という意見が出された。本論文は、この事への対応である。
- ②「呉市空き家バンク」のホームページには、呉市内の売物件が常に500～600件程度公表されている。この中から、購入希望者が最終的に2つ以上の売土地まで絞り込んだとして、それ等の中からどの売物件を選定すべきなのか、その意思決定の手段として本論文では AHP による選定を試みた。
- ③ AHP の選定は2通りあり、1つは主固有ベクトル法（2個以上の5個以内のデータに適している）、他の1つは対数最小二乗法（30以上の統計データに適している）である。本論文で4～5個のデータを扱うため、主固有ベクトル法で分析を試みた。  
ホームページ「呉市空き家バンク」の売土地は常時300件程度あり、その中から、次のような条件検索を行った。検索条件（条件設定）：「場所は呉市阿賀中央とその近辺」、「物件種別は売土地」、「土地価格は1,500万円～5,000万円の間」、「土地面積は200 m<sup>2</sup>～500 m<sup>2</sup>」、「駅（バス停を含む）」から5分以内で行った。この中から、4つの売土地が絞り込まれた。これを本論文の代替案とした。
- ④「空き家バンク」には売土地に関して33個の属性が公表されており、本論文ではこの中から10個を選定して、それを基に絞り込まれた4つの売土地の中から1つを選定した。選定に際しては、次の点に留意が必要である。AHP の第二階層評価基準、第三階層評価基準の個別評価値を少し変えるだけでも、選定される売土地が変化することがある。

購入希望者（意思決定者）は、その傾向を踏まえて

表6.6 全項目の個別評価値の見積もり

価格	土地面積	m <sup>2</sup> 単価	建ぺい率	容積率	セットバック	地目	交通	地勢	接道状況
9	6	3	4	3	2	1	6	4	2



選定を行うべきであることを提案した。

主固有ベクトル法において、意思決定者の趣向を捉える方法として、統合化された行ベクトル  $T$  を生成することを提案した。また、4つの代替案に対してペア比較から算出された行列  $U$  は売土地の場合はまるで定数のように固定できる。最終的に求められる総合的重要度  $x_D$  値は  $x_D = T \cdot U$  の計算で算出される。本論文では、 $U$  を不変と見なし、 $T$  を意思決定者の趣向（意向）でさまざまに変えさせることで、 $x_D$  値の変化の様子をとらえるべきであることを提案した。これは意思決定の誤評価、あるいは売土地選定のミスマッチを防ぐためである。

- ⑤行列  $U$  の作成に関しては、売土地の10個の属性のそれぞれに対して代替案のペア比較とその結果である重要度  $x_C$ （行ベクトル）が必要である。行列  $U$  はこの  $x_C$  を統合した行列である。ここで重要な点は、売土地の属性ごとに、4つの売物件に順位を付けなければならないということである。勿論、ペア比較を生データから求める方法も考えられるが、主固有ベクトル法では  $7 \pm 2$  の段階でペア比較するのがベターであると言われている。順位の付け方は、売土地に掲げられた属性に対する意思決定者の趣向（意向）による。ここでは、  
 価格：安いほどよい（価格を降順で表せば、安いもの程順位の整数値は大きくなる）、  
 土地面積：広いほど良い（昇順、広い程順位の整数値は大きくなる）、  
 $m^2$  単価：安いほどよい（降順、安いもの程順位の整数値は大きくなる）、  
 建ぺい率と容積率：割合が大きいほどよい（昇順、大きい程順位の整数値は大きくなる）、  
 セットバックと交通：値が小さいほどよい（降順、小さい程順位の整数値は大きくなる）、  
 地勢：高台、斜面、平地の順に個別評価値を大きくする、  
 地目：農地、工業地、宅地の順に個別評価値を大きくする、  
 接道状況：接道数が大きく、接面の幅員が広いほど個別評価値が高くなる（昇順）、  
 とした。順位に変換された数字は、意思決定者の趣向（意向）の度合いを示すもので、数字の大きい方から小さい方に向かって付けるようにした。これは、もし同順位が出た場合は、次の順位はその数だけ下がった順位を付けるようにするためである。これは、個別評価値のメリハリをつける上で留意すべきことである。

AHP には本質的ないくつかの弱点がある。その一つとして「代替案を追加すると  $x_D$  の精度が悪化し、代替案の順位の逆転が起こる」がある。本論文では、この回避策として、まとめ④に掲げた方法を代替案の追加に適用し、統合化されたベクトル  $T$  を変化させて  $x_D$

値の変化の傾向を知った上で、最終的な選定を行うシミュレーション法を提案した。

これは、④と同様に意思決定の誤評価、あるいは売土地選定のミスマッチを防ぐためである。

- ⑥本論文の動機は、まとめ①のためのものである。「呉市空き家バンク」から絞り込まれた2個以上の売物件に対して、最終的な選定を行う場合、意思決定者の趣向がどこまで反映できるのかに焦点を当てて、それを表計算ソフトで行うシステムの開発に取り組んだ。意思決定の支援策として AHP の主固有ベクトル法を採用したが、AHP では「信頼性を向上する為には意思決定者の趣向をシミュレーションする必要がある」ことが判明した。本論文はその為の「意思決定を支援するツールの開発」が暗に含まれている。シミュレーションにより、まとめ④、⑤に掲げたように「意思決定の誤評価、あるいは売土地選定のミスマッチを防ぐこと」ができたと思われる。同時に、AHP では「信頼性の向上の為には意思決定者の趣向をシミュレーションすることが必要である」ことも判明した。

## 要 約

本論文では、AHP の代替案として売物件を適用した。本論文で扱う代替案の個数は4つ前後であるため、分析は主固有ベクトル法で行った。本論文では、「呉市空き家バンク」のホームページから購入希望者が4つの売物件を条件検索したことを想定し、それに AHP による選定を適用した。ここで、購入希望者とは AHP では意思決定者と呼ばれる。ホームページに掲げられている売物件の属性は33項目あり、その中から10項目を選定して、それを AHP の評価基準に採用した。AHP の10個の評価基準は個別評価値で表される。本論文の特色は、代替案の個別評価値を売物件の各属性の順位で表したことで、それによるペア比較を完全整合で行った点である。これにより、代替案の比較に客観性を持たせることが出来た。さらに、 $U$  を AHP で生成された代替案の重要度を統合した行列、 $T$  を意思決定者の趣向を反映した統合化された重要度ベクトル、そして  $x_D$  を総合的重要度で表したとき、 $x_D = T \cdot U$  の関係式から、行列  $U$  を固定すれば、 $x_D$  と  $T$  は互いに関数関係にあると見なすことができ、これにより  $T$  値の変化に対する  $x_D$  値への影響をシミュレーションすることが出来るようにした点である。このことは、意思決定者の趣向がどの程度まで総合的重要度  $x_D$  に反映されているのかを知ることを可能にした。

ところで、主固有ベクトル法には弱点がある。その中の1つとして、「代替案の追加は  $x_D$  の精度を悪化させる、例えば代替案の重要度の順位が逆転するような」と言うものがある。その回避策として、本論文では上記のシミュレーションの実施を意思決定者に推奨する。こうすることで、意思決定者は代替案の順位の変化を把握する



ことができ、より自分の趣向に近い代替案の選定が可能となることを提案する。

本論文では、実際に売物件を1つ追加することで代替案の順位の逆転を確認した。上記のシミュレーションを行えば、意思決定者の趣向により近い代替案の選定が可能であることを報告する。

## 謝 辞

本研究を実施するに当たり、コミュニティ生活学科の先生方にご協力を賜りましたことに深く感謝を申し上げます。

## 引用文献並びに引用資料

- 1) 木下栄蔵 「わかりやすい意志決定論入門」第8刷, pp. 55~93 (2008年1月) 近代科学社, 東京
- 2) 木下栄蔵 「からりやすい数学モデルによる多変量解析入

門」初版, pp. 167~188 (1995年9月)

- 3) 木下栄蔵 編著 「AHP の理論と実際」第2刷, pp. 160~182 (2000年7月) 日科技連出版社, 東京
- 4) 呉市空き家バンク  
[http://www.city.kure.lg.jp/~teizyu/akiya\\_bank/](http://www.city.kure.lg.jp/~teizyu/akiya_bank/)  
本サイトから、平成25年2月における呉市内全域の空き家データを参照した。
- 5) 古川博仁 「売物件データによる地域分析について (呉市の地域特性)」広島文化学園短期大学紀要第46号, pp. 13~22 (2013年12月), 広島
- 6) 石田真由美, 古川博仁 「呉市内の売物件データの分析から分かること」, 呉オープンカレッジネットワーク, 2013年3月, 広島
- 7) 木下栄蔵 編著 「AHP の理論と実際」第2刷, pp. 217~218 (2000年7月) 日科技連出版社, 東京
- 8) Saaty, T. L., "How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, 48 (1990) 9-26

資料 (ホームページ<sup>4)</sup> 上に掲げられた検索項目)

項 目	レベルまたは区分
1. 物件種別	売土地, 売住宅, 売マンション, 売店舗・事務所, 売ビル, 売一括マンション, 売アパート・寮, その他
2. 価格 (万円)	500以下, 500~1,000, 1,000~1,500, 1,500~2,000, 2,000~2,500, 2,500~3,000, 3,000~3,500, 3,500~4,000, 4,000~5,000, 5,000~6,000
3. 土地面積 (m <sup>2</sup> )	50以下, 50~100, 100~150, 150~200, 200~300, 400~500, 500~600
4. 建物面積 (m <sup>2</sup> )	20以下, 40~50, 50~60, 60~70, 70~80, 80~90, 100~150, 200~300, 300~400, 700~800
5. 間取り	(1R, 1K, 1DK), (2K, 2DK, 2LDK), (3K, 3DK, 3LDK), (4K ~)
6. 築年数	15年以内, 20年以内
7. 駅徒歩	5分以内, 7分以内, 10分以内, 15分以内
8. 情報公開日	1日以内, 3日以内, 1週間以内, 2週間以内, 1ヶ月以内
9. こだわり条件等	引渡即時, 1階, 2階以上, 閑静住宅街, ペット相談可, 写真又は間取図付のみ, 日当たり良好, 駐車場複数
10. 設備等	CATV or BS or CS, オートロック, バルコニー, 浴室乾燥機, システムキッチン, ウォシュレット

### Summary

In this paper, AHP was adopted as a method of the selecting of the sold-real-estates. It was applied the sold-real-estates as the altanatives of AHP. Since the number of altanatives in this paper is about four, the analysis in AHP was not LLS and it adopted the principal eigenvector approach. It was assumed that the purchase-applicant searched four sold-real-estates from the home page of the vacant house bank in Kure City, and applied AHP for the selecting from four to one. Here, the purchase applicant is called the decision maker in AHP. There were 33 items of the attributes of the sold-real-estates in the home page of the vacant house bank and were selected 10 items from those insides to the evaluation criteria of AHP. The evaluation criteria of AHP were represented by the individual evaluation value. The characteristics of this paper were to represented the individual evaluation value of the altanatives as the ranking of each attributes of the sold-real-estates, and to did the pairwise comparisons in the perfectly matched. By the efforts such as those, it was possible to make the comparison of the altanatives have objectivity. Moreover, when it showed the importance of the altanatives in the symbol  $U$  which was the integrated matrix, the plan of the decision maker in the symbol  $T$  which was the integrated line vector and the overall weights in the symbol  $x_D$  which was the decision-making liner vector, because by  $x=UT$  stands up, the maximum characteristics of this paper was the point which could simulate the effects of the value of  $x_D$  for the variable values of  $T$ , because if  $U$  was fixed,  $x_D$  was possible to assumed the function of  $T$ , which was possible to know that the plan of the decision maker whether or not to be reflected in the overall weights  $x_D$ .

By the way, the principal eigenvector approach has several defects. As one in them, there is that the addition of the altanatives aggravates the precision of  $x_D$ , such as the ranking of the altanatives reverses. As the plan to avoid, it recommends the implementation of above-mentioned simulation as the decision maker. So, the decision maker can grasp the change of the altanatives ranking, then, it proposes that the altanatives which is near his plan becomes able to be selected.

In this paper, it confirmed that the altanatives ranking reverses in adding one sold-real-estates actually. It reports that it is possible to do the selection of the altanatives which is near the plan of decision maker by doing above-mentioned simulation.