

都市景観評価のためのエキスパートシステムの構築*

Construction of Expert System for urban landscape evaluation*

小島弘子**・田中尚人***・奥嶋政嗣****・秋山孝正****

By Hiroko KOJIMA**, Naoto TANAKA***, Masashi OKUSHIMA**** and Takamasa AKIYAMA****

1. 研究の背景と目的

本研究は、景観の専門家などが持つ都市景観評価知識を整理して一つのデータベースとして手軽に利用できる手法を確立し、都市景観水準の向上に役立てることを目的としている。

現在、都市景観整備に際しては、専門家や住民の意見を聞く、あるいは担当者が現地視察を行うということが一般的に行われている。特に、専門家の意見を聞くことで、一般的に「良い」と評価される景観を知ることができる。しかしながら、いつでもどこでも専門家に意見を聞くことはできない。

本研究では、専門家などの評価知識のデータベースの利用法の一つとして、人工知能手法の一つであるエキスパートシステム(ES: Expert System)の特性を活かした評価システムを構築した。研究対象地は、典型的な地方都市である岐阜県大垣市とした。地方都市では、都市計画的に、事前に景観整備の方針を検討することができる余地が存在するに問わず、土地利用や周辺環境を無視するような虫食的な建設行為が見受けられるからである。

2. エキスパートシステムの構造と利点の整理

(1) エキスパートシステムの構造

はじめに、専門家などの評価知識データベース利用法として採用したESの構造について述べる。

ESでよく利用される手法は、知識ベースの推論で

ある。本研究では、知識を「IF～(条件) THEN…(結論)」型で表現して推論を行う、プロダクションシステム(PS: Production System)を採用した²⁾。図-1に示すように、ESは次の3パートから成る。Aは評価知識をルール化したものの集合体であり、Bは判断の材料、判断結果、中間的情報などを保存する領域である。また、Cはルールの選択、適用、ゴールの生成など推論を進める部分である。

システムは図-1中に示した～の順で挙動する。Cは、Bに格納されたデータと条件部が適合するルールを検索し、適合するルールの結論部をBに一時保存する。この繰り返して推論が進められる。

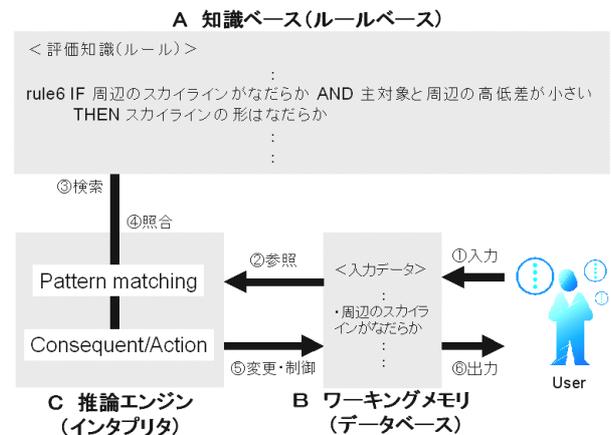


図-1 エキスパートシステム(ES)の構成

(2) エキスパートシステムを用いる利点

ESの利点の中でも、本研究において特に有効なものについて述べる。一つめは、ルールの形式が簡単で内容が明快である点である。したがって、景観の「良好さ」の状態や基準を明確にすることができる。二つ目は、ルールの追加・修正が容易である点で、景観評価の際は様々な状況に対応し、知識の導入や修正を行う必要があるため有効である。三つ目に、評価の導出過程が明確で出力内容の原因を探ることが容易である点で、景観の注目すべき点や問題点を明らかにできるため、今後役に立てることができる。

*キーワード: 景観、エキスパートシステム

** 学生員, 工修, 岐阜大学大学院工学研究科土木工学専攻
(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1)

tel : 058-293-2447, fax : 058-230-1248)

*** 正会員, 工博, 岐阜大学工学部社会基盤工学科

**** 正会員, 工博, 岐阜大学工学部社会基盤工学科

***** 正会員, 工博, 岐阜大学工学部社会基盤工学科

3. 都市景観評価システムの構築

次に、2章で整理したESの利点を活かし、地方都市の都市景観評価を行うために、3フレームのあり方に着目した評価システムを構築した。

(1) 都市景観を構成する3フレームの設定

評価論理構築の前段階として、景観の構造を分析した。そして設定した3フレームについて述べる。

景観は、建物の高さ、色など、「景観構成要素」で構成される。景観構成要素は、景観の良好さを決定する。そこで、景観構成要素を次の3フレームに分類した。ア) 主対象：その都市景観の主役になるものに関する要素、イ) 周辺環境：主対象の周囲の可視的なものに関する要素、ウ) 風土：主対象の周囲の不可視的なものに関する要素、である。

大垣市のような地方都市は、その存在によって景観に大きな影響を与える大規模構造物の中で、集合住宅の建設数が最も多く³⁾、集合住宅が都市景観に与える影響を評価すべきだと考えた。そこで、主対象は集合住宅とした。また、風土フレームは写真上には現れない。例えば、その地域の雰囲気、用途地域などが風土フレームに分類される。

(2) 最終評価項目の設定

次に、最終評価項目の設定を行った。ここでは、3つの最終項目とこれらが導出された論理を述べる。

地方都市における評価論理として次のことを考えた。1) 全体としての調和ばかり重視して画一的な景観になれば、景観の質が落ちる、2) 周囲の環境が激しく変化するため、常に可視的調和がある必要がある、3) 地域の個性を活かすには、風土との調和も考慮する必要がある、の3つである。

この論理に基づき、最終評価項目を設定した。ア) 「構造物の意匠性」：主対象の意匠の良好さを評価するもの、イ) 「視覚的な調和性」：主対象と周辺環境との調和を評価するもの、ウ) 「立地の風土性」：主対象と風土の調和を評価するもの、の3項目である。それぞれ3つのフレームと対応している。

ここに、大垣市の概略(表-1)⁴⁾と「景観形成方針」を表わすゾーニングマップ(図-2)⁵⁾を示した。ゾーンの中に「水辺」が見られるが、これは大垣市が「水都」と呼ばれるほど水の豊かな都市だからである。大垣市が場所の個性を活かした景観形

表-1 大垣市の各種データ

人口	約16万5000人 H16.5.1現在
面積	79.75km ²
地理条件	名古屋市まで 約40km 岐阜市まで 約15km
自然条件	西部 養老山地、伊吹山地 東・南部 濃尾平野 河川 揖斐川、水門川、杭瀬川

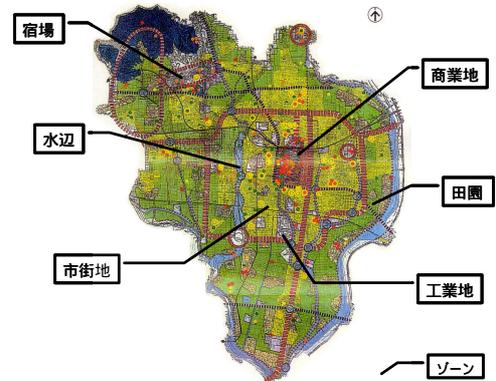


図-2 大垣市「景観形成方針」のゾーニングマップ

成をめざしていることが読み取れる。この点を「立地の風土性」で評価することとした。

(3) 評価知識整理の手法

続いて、システム内の変数とルールの設定すなわち評価知識の整理を行うが、まず、整理のための手法について述べる。

変数とルールの設定には、現実の都市景観8件と、主対象の高さ3種類、主対象の色4種類、周辺環境4種類、立地条件3種類、沿道の幅を2種類、の組み合わせの計288件の仮想景観を合わせた総計296枚の写真を用いた。現実都市景観から得られる評価知識以外にも、有効な知識が存在するかを検討するため仮想都市景観を用いた。各写真は、写真によって評価に影響が出ないように、主対象からの距離50m、角度45°と条件を設定し撮影した。

評価知識の整理は、撮影あるいは作成した写真を良いと思う順に並べ、その順番を決定している要因は何かを分析し検討する、という方法で行った。

(4) システムにおける評価知識の整理

以上の過程を経て、評価知識の整理を行った。本研究における評価論理を明確にするため、具体例を挙げる。「視覚的な調和」の中の「大きさの調和」の評価過程を例にとする(図-3)。

景観のスカイラインが一直線に近ければ、大きさが整っており調和していると言える。これが「スカイラインの形」であり、カテゴリーは「なだらか」

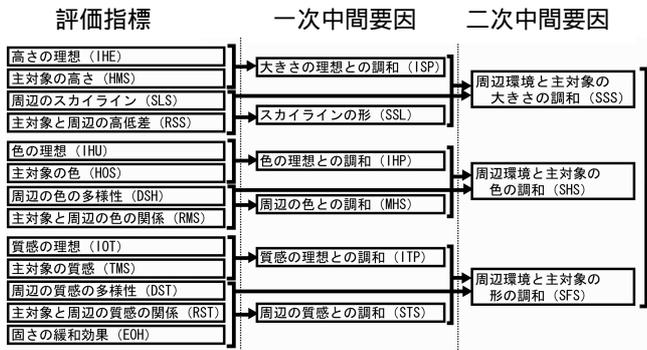


図-3 評価論理の一例 「視覚的な調和性」評価過程

「でこぼこ」の2通りある。決定するためには、主対象と周辺の高低差と元々のスカイラインの形が分かれば良い。一方、景観の評価には、その場所にある建物の種類も関係してくる。例えば、低層住宅の隣には高い集合住宅ではなく低い集合住宅が良い、ということである。これが「大きさの理想との調和」で、隣接物によって決定される高さの理想と、主対象自身の高さによって「調和している」あるいは「調和していない」のどちらかにカテゴリ決定される。両方の要因の関係によって、「周辺環境と主対象の大きさの調和」を評価する。

評価は以上のように進められる。システム内のルールは、「IF 大きさの理想との調和が調和している AND スカイラインの形がなだらか THEN 周辺環境と主対象の大きさの調和が非常に調和している」のように、条件部と結論部に（要因名）=（カテゴリ名）の関係である文が入っている。システム全体のルール数は126個である。

入力データは、全部で16個の景観構成要素を採取することとした。これを図-4の入力画面に入力する。そして、各評価項目の評価は、A～Eの5段階のランクとして出力される。全体としての出力は評価得点であり、3つの評価項目の合計点を15点満点として出力する（図-5）。

4. 都市景観評価システムの検証

(1) 評価システムの挙動の確認

構築した評価システムの挙動を確認した。その結果について分析し述べる。

ESには大量のデータ処理が行える、という利点もある。ここでは前出の296件の景観を評価した。評価結果から全体の得点分布を図-6に示した。大体9



図-4 入力画面サンプル

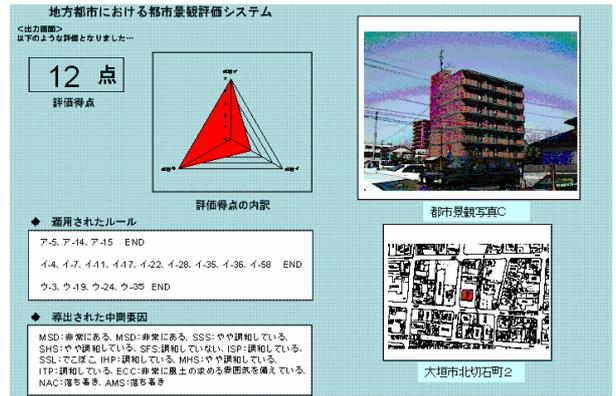


図-5 出力画面サンプル

点～8点の間に結果が集中しており、6点以下は良好ではなく、逆に11点以上は良好な景観となる。

評価結果の内、1位と296位の評価結果を表-2に示した。また、写真を図-7に示す。1位の景観は、低層住宅地に、大きさも小さく、色も地味で目立たない主対象があり、落ち着いた場所であることも考慮した良好な都市景観である。逆に、13位の景観は同じ低層住宅地だが、非常に大きくて色も派手であり、威圧感がある。設定した評価知識に基づいて評価システムが挙動していることが確認された。

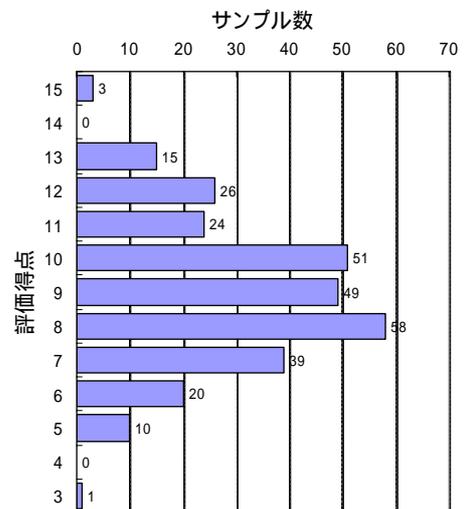


図-6 評価システムを用いた評価得点の分布

表-2 評価結果の一部

景観番号	建造物の意匠性	視覚的な調和性	立地の風土性	合計得点	順位
232	ランクA	ランクA	ランクA	15	1位
234	ランクA	ランクA	ランクA	15	1位
236	ランクA	ランクA	ランクA	15	1位
*7	ランクE	ランクE	ランクE	3	296位

*印：現実都市景観



都市景観 234 (1位)

都市景観 * 7 (296位)

図-7 評価対象とした都市景観の一例

(2) アンケートを用いたシステムの検証

続いて、システムの一般性を検証するためのアンケートの実施結果について述べる。

アンケートは、岐阜大学の学生 25 名に対し実施した。カード形式とし、296 件の景観から基本を網羅できる任意の 8 件の景観(表-2 参照)について、良好と考える順に並べさせた。写真には土地利用や立地条件のデータを付加し、風土の判断をさせた。

景観 b や景観 d など、人々の評価がまとまっている景観では同じような順位を出力しているが、人々の評価にバラツキがある景観に対しては異なっていた。順位相関係数は 0.47 であり、高いとは言えない。本評価システムは、一般性の点ではまだ検討を要することが明らかとなった。

表-2 アンケートに用いた景観データとその結果

景観記号	a	b	c	d	e	f	g	h
高さ	中	中	大	中	小	中	大	中
色	茶色	暗い灰色	白	暗い灰色	暗い灰色	白	茶色	緑
周辺環境	低層住宅地	低層住宅地	小売商業地	小売商業地	低層住宅地	低層住宅地	大型商業地	大型商業地
立地条件	郊外	郊外	中心部	中心部	市街地	市街地	郊外	郊外
沿道幅	狭い	狭い	広い	広い	狭い	狭い	広い	広い
平均点	5.8	5.2	3.3	2.8	4.1	1.6	4.4	0.9
標準偏差	1.422	1.255	2.050	1.209	1.946	1.768	1.768	1.598
順位	1位	2位	5位	6位	4位	7位	3位	8位
システム順位	2位	2位	7位	5位	1位	4位	7位	6位

(3) 都市景観評価システムの拡張・修正の検討

最後に、評価結果とアンケート結果の分析を行い、システムの拡張・修正の検討を行った。拡張すべき点、修正すべき点を述べる。

図-6 から本システムは平均的な評価をする傾向があるということが言えた。しかし、評価項目別に分析してみると、その原因として、「建造物の意匠性」と「視覚的な調和性」の評価に相反するような偏り

があり、この2項目が相殺されたことでこのような得点分布になったことが考えられた。本来、異なるデータを与えた場合でも偏りなく評価できるものが良好なシステムであり、この2項目に関してルールの修正や新しい評価知識の導入を行わなければならないことが明らかとなった。順位相関係数の低さも、ここに原因があると考えられた。

システムの拡張・修正案の検討にはアンケートの結果を用いた。例えば、景観 e から次のような拡張案が提案できる。本システムでは、色の調和は同系色でまとまっていることが条件であったが、アンケートの結果、色が対比していても人々が調和していると考える色の組み合わせが存在していることが明らかとなった。これは新しい評価知識として、「視覚的な調和性」に導入できる。このようにして、評価システムの傾向分析とアンケートの結果からシステムの修正・拡張点を明らかにした。

4. 結論

研究の成果としてはまず、1) 地方都市における都市景観評価論理の整理し、データベース化できた、2) 専門家などの評価知識を、データ採取するのみで手軽に利用でき、且つ良好な都市景観形成に役立てることの出来る評価システムが構築できた、の2点が挙げられる。また、ESを採用したことで、3) 評価論理が明確で評価の原因を探ることが容易となった、4) 修正・拡張も容易に行える、ようになった。加えて、5) 構築した評価システムの修正点が明らかとなった、ことも挙げられる。

今後は、今回明らかとなった「建造物の意匠性」や「視覚的調和性」に関わる修正点を修正、あるいは新たな評価知識を加えるなど、評価システムの拡張を行っていくことが課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 伊藤博喜：送電鉄塔景観のイメージ評価への人工知能手法の導入，土木学会年次学術講演会講演概要集第4部 vol155 pp 320-321，2000
- 2) 秋山孝正：高速道路交通計画におけるファジィ理論と知識工学手法の応用に関する研究，京都大学博士論文，1989
- 3) 小島弘子，田中尚人，奥嶋政嗣，秋山孝正：エキスパートシステムを用いた都市景観評価手法に関する研究，土木学会第59回年次学術講演会講演概要集，2004
- 4) 大垣市：都市景観基礎調査，1994
- 5) 大垣市都市計画課：大垣市都市景観基本計画，1997