

自己組織化マップによる空間要素の可視化分析を用いた 京都市伝統的建造物保存地区の通りの分類法に関する研究

Classification Method for Streets in Historic District of Kyoto Pref.
Using Visual Analysis of Spatial Elements of Street by Self-Organizing Maps

松井宏¹・宗本晋作²・山田悟史³

Hiroshi Matsui, Shinsaku Munemoto and Satoshi Yamada

¹大和ハウス工業株式会社 (〒530-8241大阪府大阪市北区梅田3-3-5)

Daiwa House Industry Corporation

²立命館大学准教授 理工学部建築都市デザイン学科 (〒525-8577滋賀県草津市野路東1-1-1)

Associate Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Architecture and Urban Engineering

³中央大学助教 理工学部 人間総合理工学科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

Assistant Professor, Chuo University, Dept. of Integrated Science and Engineering for Sustainable Society

The purpose of this paper is to provide the method for the classification of streets in historic district of Kyoto Prefecture by using Self-Organizing Maps (SOM). The street data consisted of spatial elements given from the analysis. SOM includes a two-dimensional visible system which allowed us to analyze the multivariate data. By using SOM, we were able to create a map reflecting the characteristics of the streets. Streets in historic district were classified into five categories according to the spatial characteristics. We deduced the similarity of streets by the location on the map of the new additional data of a street consisted of spatial elements.

Keywords : *historic district, classification method, self-organizing maps, street of spatial elements*

1. はじめに

伝統的建造物保存地区(以下、伝建地区)は、古い木造建築物が密集し、大規模災害が発生した場合には、甚大な被害が出る可能性が高い。そのため、通りがどのような建築物で構成されているのか、通りの特性に合わせて整備を進めることが大切となる。このとき伝建地区の通りの空間要素の構成を把握し、通りの特性として分類する方法があれば、通りごとの構成要素に合わせた整備指針の策定に有用であると考えられる。この方法は、伝統的建造物と伝統的でない建造物が混在する伝統的建造物群保存地区の周辺地区等においても、伝建地区に類似する通りを発見し、その通りをモデルにして整備指針を得る等、様々な活用が期待される。

一般に通りを構成する空間要素を把握しても、通りがどの程度類似しているのかを定量的に示すことは難しい。またその類似している理由を簡潔かつ論理的に説明することも困難である。いくつかの要素で記述されている対象を、その特徴を反映するように特徴マップと呼ばれる2次元空間へ非線形写像を行うには、自己組織化マップ¹⁾(SOM:Self-Organizing Maps)が有効である。自己組織化マップは教師なし学習のアルゴリズムを用いるフィードフォワード型のニューラルネットワークモデルで、対象の属性すべてを写像し、対象の特徴を反映する特徴マップを作成する。特徴マップのノードは、学習データの属性に対応するだけの次元を持つため、従来の主成分分析やクラスター分析などの散布図、デンドログラム等の可視化と異なり、基準変数を必要とせず、

多次元の変数から成るデータが線形に回帰されることもないので、すべての属性を属性ごとに可視化することもできる。これにより、マップの領域ごとに属性の特徴を把握し、変数間の複雑な関係を分析することができる。自己組織化マップは、高次元データに対して汎用性の高い非線形主成分分析の一つとして、これまでデータマイニングや画像分類、情報検索等に活用されてきたが、建築分野ではあまり見られていない²⁾。

そこで本論では、自己組織化マップを用いて、伝建地区の通りを、それを構成する空間要素に基づいて、通りがどの程度類似しているかを視覚的に把握する方法を提示する。合わせて、この方法により、伝統的建造物保存地区のみならず、その周辺地区のように伝統的な要素を持たない建造物が混在する通りの類似性の把握にも活用できることを示す。本論で提示する方法は、通りを構成する空間要素を考慮に入れた整備方針の策定に用いられることが期待できる。

2. 目的と方法

本論は、京都市の伝建地区において、通りを構成する空間要素の特徴を視覚的に把握し、通りを分類する方法を提示し、通りの分類に関する空間要素を把握すると共に、伝建地区の周辺地区の通りに類似した通りを発見する方法を示す。これらを空間要素の可視化分析を用いた伝建地区の通りの分類法として、その有用性を示すことを目的とする。

方法としては、図1の手順のように、まず伝建地区の通りを撮影し、視点ごとに通りを構成するファサードを空間要素で記述した通りのデータベースを作成する。次に自己組織化マップを用いて空間要素の特徴に基づく通りの位置づけを特徴マップとして獲得する。最後に、要素マップを分析し、分類に関する空間要素を把握すると共に、特徴マップを用いて、伝建地区の周辺の通りがどこに位置づけられるかを視覚的に把握し、通りの類似性を把握し、本論で提示する空間要素の可視化分析を用いた通りの分類法の有効性を示す。

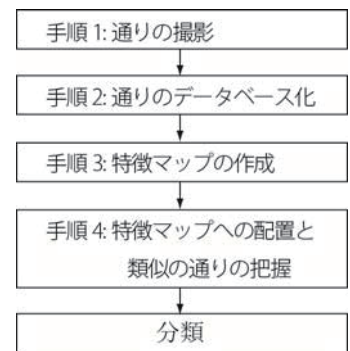


図1 本論の手順

3. 通りのデータベース化

(1) 対象地区の概要

京都市は、京都らしい歴史的な通りの整備に向けて、昭和47年に京都市市街地景観条例を制定し、昭和50年には文化財保護法を改正、伝統的建造物群保存地区制度を創設した³⁾。

これまで産寧坂地区と祇園新橋地区、嵯峨鳥居本地区、上賀茂地区、計4地区が伝統的建造物群保存地区に指定されている。

本論ではこれらの伝統的建造物群保存地区とその周辺の地区の通りを対象とする(図2)。

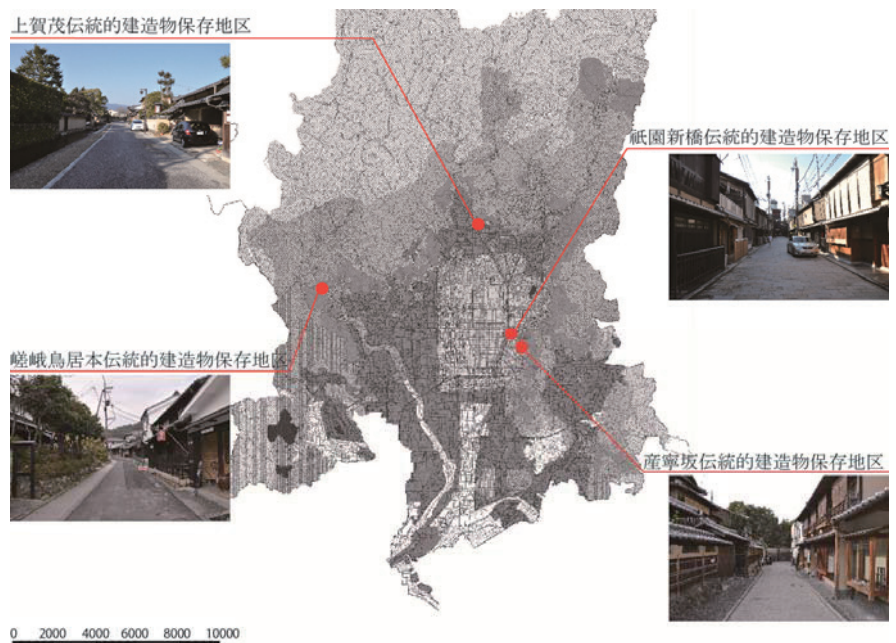


図2 対象地区と通りの写真の例

(2) 通りの撮影方法

道路の中央で人の平均目線の高さ1500mmに合わせて撮影する。人間の一般的な視力を考慮し、撮影した写真を用いて建築物が30mで視認が困難なことを確認し、撮影場所は30mごととした。上記の4地区から56撮影場所を決定し、撮影順に1~56とした。図2に地区ごとに撮影した写真の例を示す。

(3) 伝統的建造物保存地区における通りの空間要素の定義

通りのデータベースを作成するために、通りの空間要素をファサードから抽出する。伝統的建造物のファサードは、斎藤⁴⁾らにより、壁面構法・壁面材料、窓意匠、扉・出入口意匠、庇・屋根の4要素の組合せで簡略化できることが示されている。

本論はこれらの要素を一階と二階に区分し、壁面構法・壁面材料一階(a)、窓意匠一階(b)、扉・出入口意匠(c)、壁面構法・壁面材料二階(d)、窓意匠二階(e)、庇・屋根一階(f)、屋根二階(g)の部位に分割する。さらに周辺環境の要素として、舗装(h)、低木(i)、高木(j)、自動販売機(k)、電柱(l)の5要素を追加し、計12要素を定義する(図3)。

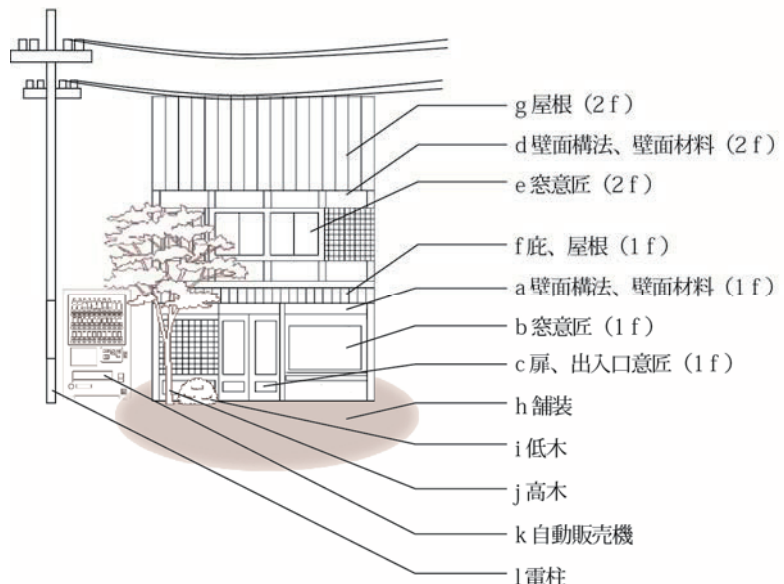


図3 通りの空間要素

(4) 通りのモデルの定義

通りをファサードごとに上記(a)～(l)の12要素で記述し、通りをこれらの集合として捉え、通りのモデルと定義する(図4)。図4の通りのモデルには、図5のように通りは①～⑥の6建造物の集合として捉えられる。このとき遠方の判別しにくい建造物は計上しない。予備実験で写真内に写る30m先の建築物は視認が困難なことが確認し、30mごとに撮影した写真を用いて、通りのすべての建造物が一度だけ計上されるようにした。

大規模災害に備えた防災面からの視点を加えた場合にも、伝統的建造物の意匠や形態を維持し、かつ防火上、安全上、支障がないものを整備していく必要があると考え、壁面構法・壁面材料一階(a)、窓意匠一階(b)、扉・出入口意匠(c)、壁面構法・壁面材料二階(d)、窓意匠二階(e)、庇・屋根一階(f)、屋根二階(g)について、京都市景観計画の意匠の制限^{注1)}に適合しているか、適合していないかを建造物ごとに判定し、適合している建造物数を数える。低木(i)、高木(j)については、含まれているファサードを数える。最後にこれらの数値を建造物数で割り、(a)～(j)ごとの要素の点数とする。

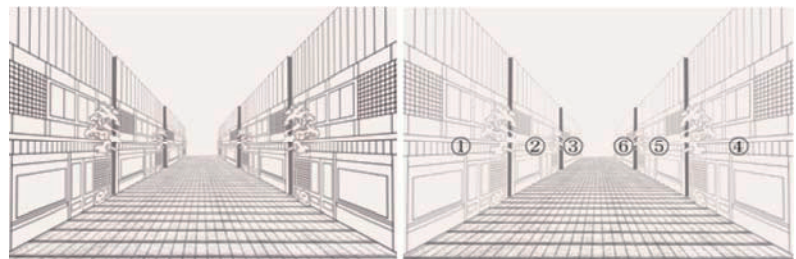


図4 通りのモデル

図5 建造物数

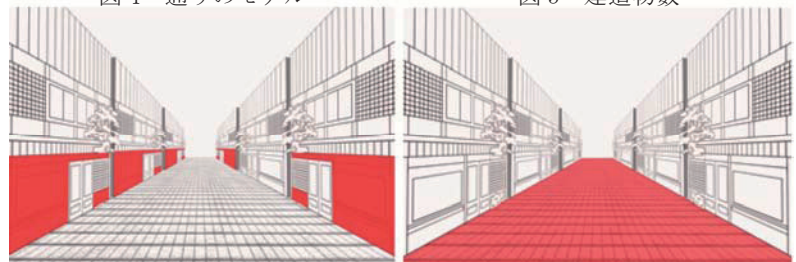


図6 壁面一階の数

図7 地面の範囲

$$(a) \sim (j) \text{要素点数} = \frac{\text{条件を満足する空間要素の数}}{\text{建造物数}} \quad (1)$$

舗装(h)は地面の素材が適合している場合を1、そうでない場合0とする。自動販売機(k)、電柱(l)は、伝建地区にふさわしくない要素として、写真内に存在する場合には0、写真内に存在しない場合には1とする。

$$(h), (k), (l) \text{要素点数} = 1, 0 (\text{空間要素の有無}) \quad (2)$$

上記より56枚の写真を通りの空間要素で記述したデータベースを得た(表1)。

表1 空間要素で記述した通りのデータベース

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
写真番号	壁面構法 壁面材料 1階	窓意匠 1階	扉・出入 口 意匠	壁面構法 壁面材料 2階	窓意匠 2階	庇・屋根 1階	屋根 2階	地面	低木	高木	自動販売機	電柱
1	1	1	1	0	0	1	0	1	0.5	1	1	1
2	1	0.666667	1	0.333333	0.333333	1	0.333333	1	0.5	0.666667	1	1
...
54	1	1	0.8	0.4	0.4	1	1	0	0.2	0.2	1	0
55	1	0.6	0.8	0.6	0.6	1	1	0	0.2	0.2	1	0
56	1	0.75	0.75	0.75	0.75	1	0.75	0	0.5	0.5	1	0

4. 自己組織化マップの導入結果

(1) 自己組織化マップの概要

自己組織化マップ¹⁾を導入し、通りの空間要素で記述した56の通りの、空間要素の構成の特徴を反映する位置づけを特徴マップとして可視化する。

自己組織化マップ (SOM:Self-Organizing Maps) は、脳の神経回路網をモデルにしてコホネン(T. Kohonen)により提案された教師無のニューラルネットワークアルゴリズムである。特徴マップは自己組織化マップのアルゴリズムにより、多次元の入力データの空間分布を、教師無学習及び近傍学習を経て2次元平面へ非線形写像を行ったものである。特徴マップは入力データにおけるすべての要素の写像により作成されるため、特徴マップに位置づけられた入力データを要素ごとに可視化できる。これを要素マップと呼ぶ。このような自己組織化マップを適用することで、複数の要素で記述された通りの構成要素の特徴を反映する位置づけが特徴マップとして可視化される。

(2) 結果

表1のデータベースに自己組織化マップを適用し、通りの空間要素の特徴に基づく位置づけを特徴マップとして得た(図8)。特徴マップ上に、ノードと対応付けされた通りの番号を示す。近くに位置づけられた通りはそれらの特徴が類似であること、離れて位置づけられた通りはそれらの特徴が類似ではないことが視覚的に把握できる。特徴マップに方角はない。特徴マップの分布に基づいて、通りの特徴を図8に示す1~5の5種類のタイプに大別した。分類は、特徴マップの順序情報とWardの伝統的階層クラスター分類アルゴリズムを組み合わせたSOM-Wardクラスターで行い、分類数は、分類された部分領域の特徴が認識可能な数でクラスター指標^{注2)}が相対的に大きかった5とした。図9に得られた要素マップを用いて、各タイプの特徴を示す。要素マップの値は赤が高く、青が低い。

a) タイプ1の特徴

壁面構法・壁面材料2階(d)、窓意匠2階(e)、屋根2階(g)の値が低い(図9)。これは平屋の割合が多いことを示す。タイプ1の通りのうち通り1,5,6は全て平屋、通り2,3は平屋が2/3であり、タイプ1の通りのうち、5/9が該当した。高木(j)の要素マップにおいて他のタイプより値が高い(図9)。これは他のタイプの通りより高木が多いことを示す。タイプ1の通りのうち、通り1,2,3,4,5,6,19の7/9が該当した。これらを図9に例として示す。また、タイプ1に含まれる通りはすべて産寧坂伝建地区の通りであり、タイプ1には通りに平屋と高木の割合が高い産寧坂伝建地区の通りが分類されたと云える。

b) タイプ2の特徴

舗装(h)の値が低く、電柱(l)の値が高い(図9)。これは電柱は通りに存在しないが、舗装材料には配慮されていない通りの割合が多いことを示す。タイプ2の通りのうち通り28,29,32,41,45,52,53の7/12が該当した。またタイプ2に含まれる通りは、嵯峨鳥居本伝建地区の通りが9/12を占め、電柱は通りにないが、舗装材料に配慮されていない嵯峨鳥居本伝建地区の通りを中心に分類されたと云える。

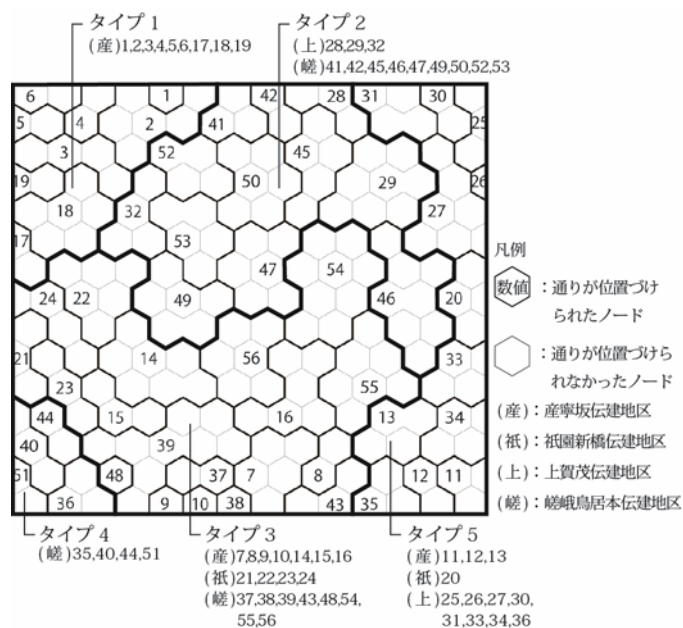


図8 通りの特徴マップと位置で大別した通りのタイプ

c) タイプ3の特徴

低木(i)の値が低く、値が1/3以下のものが、タイプ3の通りのうち、通り7, 8, 9, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 38, 43, 54の12/19が該当した(図9)。

また電柱(1)の値が低いのは、通りに電柱が立っていることを示す。通り7, 8, 9, 10, 16, 22, 23, 24, 37, 38, 39, 43, 48, 55, 56の15/19が該当した。タイプ3には、産寧坂伝建地区の通りが7/19, 嵯峨鳥居本伝建地区の通りが8/19が含まれる。低木が少なく、電柱が通りにある産寧坂伝建地区の通りと嵯峨鳥居本伝建地区の通りが分類されたと云える。

d) タイプ4の特徴

自動販売機(k)の値が低く、自動販売機が有ることがタイプ分けに関係した。通り36, 40, 44, 51の4/4が該当した(図9)。またタイプ4に含まれる通りは、すべて嵯峨鳥居本伝建地区の通りであり、自動販売機の置かれた嵯峨鳥居本伝建地区の通りが分類されたと云える。

e) タイプ5の特徴

壁面構法・壁面材料1階(a)、窓意匠1階(b)、扉・出入口意匠(c)の値が低い。これは、通りに伝統的建造物の意匠の建物が少ないことを示す。通り11, 12, 20, 25, 26, 27, 30, 34の8/12が該当した(図9)。またタイプ5に含まれる通りは、上賀茂伝建地区の通りが8/12を占め、伝統的建造物の意匠の建物が少ない上賀茂伝建地区の通りを中心に分類されたと云える。

上記のように産寧坂伝建地区の通りは、平屋や高木、低木、電柱の要素により、タイプ1と3に分類され、嵯峨鳥居本伝建地区の通りは、電柱や舗装材料、低木、自動販売機の要素により、タイプ2と3と4に分類された。同じ地区の通りであっても空間要素の整備状況が異なれば、異なるタイプとして分類される。またタイプ5の上賀茂伝建地区の通りのように似た整備状況にある通りは同じタイプとして分類される。通りの空間要素の整備状況に応じて分類されれば、同じタイプの通りを先行事例として、過去に成功した修景等の整備方針を共有したり、類似の問題の発生を

タイプ1：平屋と高木の割合の高い産寧坂伝建地区の通り	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が高い	
	通りの例	(産)通り1	(産)通り2	(産)通り3	(産)通り4
	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が高い	
	通りの例	(産)通り1	(産)通り2	(産)通り3	(産)通り4
タイプ2：電柱は通りにならないが舗装材料に配慮されていない嵯峨鳥居本伝建地区の通り	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が高い	
	通りの例	(嵯)通り41	(嵯)通り45	(嵯)通り52	(嵯)通り53
	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が変化		境界に添って値が低い	
	通りの例	(産)通り8	(産)通り9	(嵯)通り37	(嵯)通り38
タイプ3：低木は少なく電柱は通りにある産寧坂伝建地区や嵯峨鳥居本伝建地区の通り	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が低い	
	通りの例	(嵯)通り36	(嵯)通り40	(嵯)通り44	(嵯)通り51
	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が低い	
	通りの例	(上)通り25	(上)通り26	(上)通り27	(上)通り30
タイプ4：自動販売機の置かれた嵯峨鳥居本伝建地区の通り	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が低い	
	通りの例	(上)通り25	(上)通り26	(上)通り27	(上)通り30
	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が低い	
	通りの例	(上)通り25	(上)通り26	(上)通り27	(上)通り30
タイプ5：伝統的建造物の意匠を持つ建物が少ない上賀茂伝建地区の通り	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が低い	
	通りの例	(上)通り25	(上)通り26	(上)通り27	(上)通り30
	特徴を示す要素マップ	境界に添って値が低い		境界に添って値が低い	
	通りの例	(上)通り25	(上)通り26	(上)通り27	(上)通り30

図9 タイプの特徴を示す要素マップと通りの例

事前に予測して整備を行い予防に備えることができる。本論の通りの空間要素の整備状況に応じて分類する方法は、同じタイプの通りを類似事例にして、今後の整備を検討することができて有用である。

5. 周辺地区の通りの類似性の把握

図8の伝建地区の通りの特徴マップを用いて、伝統的な建造物と伝統的でない建造物が混在する周辺の地区の通りの分類を行う。まず同様の撮影方法により通りAの写真を獲得し、通りの空間要素で記述し、特徴マップに位置づけた(図10)。通りAの写真に含まれる空間要素と隣接する通り11と通り34の写真の空間要素を比較し、特徴マップ上で隣接する通りの空間要素が類似することを確認し、特徴マップ上の位置づけにより、通りの類似性が把握できることを示した。なお通りAは通り11、34と同じタイプ5に分類される。

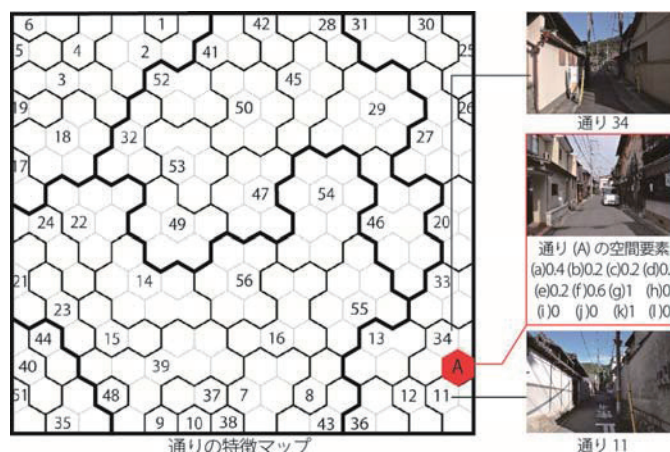


図10 特徴マップ上の位置づけによる通りの類似性の把握

図8の伝建地区の通りの特徴マップを用いて、伝統的な建造物と伝統的でない建造物が混在する周辺の地区の通りの分類を行う。まず同様の撮影方法により通りAの写真を獲得し、通りの空間要素で記述し、記述した通りを特徴マップに位置づけた(図10)。通りAの写真に含まれる空間要素と隣接する通り11と通り34の写真の空間要素を比較し、特徴マップ上で隣接する通りの空間要素が類似することを確認し、特徴マップ上の位置づけにより、通りの類似性が把握できることを示した。なお通りAは通り11、34と同じタイプ5に分類される。

6. 結語

本論では、まず伝建地区の通りを撮影し、視点ごとに通りを構成するファサードを空間要素で記述した通りのデータベースを作成した。次に通りのデータベースに自己組織化マップを適用し、空間要素の特徴に基づく通りの位置づけを特徴マップとして獲得した。特徴マップを用いて通りがどこに位置づけられるかを視覚的に把握し、5タイプの通りに分類すると共に5タイプの特徴を要素マップを用いて分析し、分類に関係する空間要素を把握した。最後に、獲得した特徴マップに通りを位置づけ、通りの類似性を把握し分類できることを示し、本論で提示した空間要素の可視化分析を用いた通りの分類法の有効性を示した。

謝辞：本研究の一部は、「科学研究費助成事業（挑戦的萌芽研究）」により実施した研究成果である。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) T. Kohonen(徳高平蔵, 岸田悟, 藤村喜久朗訳):自己組織化マップ(Self-Organizing Maps), シュブリンガー・ファアーク東京, 1996
- 2) 宗本 晋作:自己組織化マップによる評価パターンの可視化分析を用いた空間嗜好の類型化の研究、日本建築学会計画系論文集, No. 609, pp. 231-237, 2006
- 3) 京都市情報館:伝統的建造物群保存地区, pp24352
- 4) 齋藤 篤史, 松下 大輔, 宗本 順三:帰納論理プログラミングを用いたファサード立面の形態要素の構成規則の獲得方法の研究、日本建築学会計画系論文集, No. 583, pp. 187-193, 2004
- 5) 齋藤 篤史, 松下 大輔, 宗本 順三:感性評価に基づく形態要素のラフ集合を用いた組合せ推論の研究 -産寧坂伝統的建造物保存地区のファサードを対象として-, 日本建築学会計画系論文集, No. 594, pp. 85-91, 2005

注釈

注1)京都市景観の意匠の制限は、屋根の材料や色彩、軒庇の有無、外壁の色彩や形態意匠に関するものであり、建造物が(a)～(g)の任意の要素に対して適合しているか適合していないかの判定は、各要素がファサードに存在すれば適合、存在しなければ不適合として判定した。

注2) クラスターサイズのばらつきと分離領域の大きさに関する指標である。クラスターサイズが小さく、分離距離が小さければ指標は大きくなり、指標が大きいほど自然に分類されていることを示す。