二次元地図データを用いた都市空間の立体的印象の同定に関する研究 格子状街区の市街地を対象として

A STUDY ON THE IDENTIFICATION OF THE THREE-DIMENSIONAL IMPRESSION ON THE URBAN SPACE WITH THE TWO-DIMENSIONAL MAP-DATA

Using the reticulated block in the urban district as the object

辻 大起*, 岩田 伸一郎**

Taiki TSUJI and Shinichiro IWATA

An approach of the technique to evaluate the impression of the three-dimensional space and proof of the effectiveness are performed from the two-dimensional (2D) map-data. The binary format-image of the building and the blank space led spatial frequency (Gray value) with an image from the map-data of six areas, and furthermore, by performing the Fourier transform for spatial frequency (Gray value), the characteristics are analyzed. The break-down into patterns by the cluster analysis has been run with the extractions of the Gray Value, which appears as a result of the analysis, and the features in every area. This result also proves that the resultant corresponds with the resultant of the impression evaluation of the three-dimensional space that used a “walk-through” cartoon film (or animation).

Keywords : *Urban space, Impression evaluation, Map data, Spatial frequency, Fourier transform*

市街地, 印象評価, 地図データ, 空間周波数, フーリエ変換

1. はじめに

1-1. 研究の背景と目的

地図は二次元的に限定された都市空間の情報媒体ではあるが、都市に関する様々な情報を共有し分析するときの使い勝手のよいプラットフォームとして定着している。データの入手や加工も容易で、最近はインターネット上にデジタル化された地図データの利用環境が整っており、誰でも気軽に活用することができる。そのため、地図は今後も都市に関する情報の最も重要な媒体として利用されていることが予想される。

同じようなスケールの格子状街区で構成された市街地は、地図からは類似した空間が存在しているイメージを受けやすいが、実際にそれらの空間を訪れてみると想像していたよりも異なった印象を受けることも多い。街並みから受ける印象は、建物の形状、配列、ファサードデザインなどの視覚的情報と深い関係を持つと考えられ、これらの情報を持たない地図から受ける印象にギャップが生じるのは当然の結果である。このように、一般的に地図は三次元の現実空間の印象評価を行う媒体としては適していないと考えられている。

建築や都市に関する研究分野では、GIS を用いてデジタル化された地図データと様々なデータを関連付けて分析する研究が多数発表されており、さらなる精度を求めて三次元の空間データを用いた分析へと展開されている。一方で、三次元の空間データを用いた分析は、考察の対象エリアが拡大するとデータ量が飛躍的に増大することや、

データの更新や加工の容易さにおいて地図データよりも劣るなど、使い勝手に関する課題も多い。都市空間を立体的に評価しようとするとき、三次元の空間データを用いた高精度な分析手法は、対象エリアを十分に絞り込むことができる場合には有用であるが、対象エリアが定まっていない段階で採用すると多くの作業ロスやシステム負荷が発生してしまう。汎用性の高い二次元の地図データから三次元空間の評価をある程度の精度で推定することができれば、広域な対象エリアの中から空間的特徴が類似した地域を同定することが可能となり、詳細な調査や高度な分析を必要とするエリアの絞り込み手法への活用が期待できる。

街を散策している人は、建物のヴォリュームと道路や公園などの余白空間の配列が作り出す視覚的なリズム（以下、空間のリズム）を感じ取って街の印象をつくりあげていると考えられる。本研究では、空間のリズムによってもたらされる広がりを持った街の立体的印象を、特定の視点場やシーンにおける印象とは区別して「エリア印象」と定義し、三次元のエリア印象が類似する街を同定する媒体としての二次元地図データの可能性について考察することを目的とする。

実際のエリア印象には、本研究でテーマとする「①空間のリズム」以外に、建物のファサードや看板の色彩、素材、デザインといった「②装飾的要素」が作用しているものと推測される。しかし、①や②の影響度のバランスは街の特徴によって異なり、明確に定義するこ

* フリー 修士(工学)

** 日本大学生産工学部建築工学科 准教授・博士(工学)

Free, M. Eng.

Assoc. Prof., Department of Architecture and Architectural Engineering, College of Institute of Technology, Nihon University, Dr. Eng.

とは容易ではない。そのため、①によって印象のベースが形成され、②が強く表れている街についてはこの作用によって印象が大きく補正されているという仮説を立て、本研究では地図データから①に基づく三次元空間の評価を行うことに目的を置く。また、先に定義した「エリア印象」についても、①から受ける領域の印象と位置づける。②については考察の対象外とするために、本研究では②の特徴が類似して主に①によってエリア印象が形成されていると考えられるエリアを対象に選定する。仮説の実証および②を含めた考察については、本研究の結果を踏まえた上での今後の課題とする。

1-2. 既往研究のレビューと本研究の位置付け

都市空間の印象に関する既往研究は、パースペクティブな視点に基づく研究とマクロな視点に基づく研究に大きく分類することができる。前者の研究には、空間の印象を人の心理量と関係付けて分析した研究^{2)~5)}や、街路に面する建物ファサードの特徴を構成要素の形態や視覚的な分布パターン等に着眼して分析した研究^{6)~9)}が挙げられる。一方、後者の研究には、街区形状や建物属性に基づいて市街地景観をパターン化して分析した研究^{10)~12)}が挙げられる。都市空間の印象評価においては、景観の視覚情報を分析対象とする前者のスタンスが有効であると一般的に考えられるが、特定の視点やパスを設定して景観を評価することになるため、視点やパスの設定に左右されることなく広がりを持つ領域の印象を評価することは難しい。後者の研究については、都市空間の全体的な構造を解析する目的に対しては有効な手法であるが、実際に街を散策しているときに受ける印象のように空間の体験的な評価には適していないと考えられる。

本研究はマクロな視点から街区や建物の形状を分析対象とする点

において後者の研究に位置づけられるが、地図データを視覚的なパターンではなく三次元の空間情報から得られる印象評価との相関性に着目して分析する視点は斬新で、二次元の地図から三次元空間の印象を簡易的に同定する試みは独創的である。また、本研究の成果は地図データの活用可能性を大きく広げるものと期待できる。

2. 研究方法

地図データに対して画像処理と画像解析を行い、その分析結果とエリア印象の評価との相関性について考察する。画像処理および画像解析の手順として、まず地図から建物を白、道路や余白空間を黒とする二値化画像を作成し、二値化画像からx, y方向のGray Value値を空間波形として抽出してその特性を分析する。二値化画像は、建物と空隙の分布に基づいて都市の空間特性を考察した研究¹³⁾をはじめ、都市空間の形態的分析の対象としてしばしば用いられる。次に空間波形にフーリエ変換を適用して空間周波数を導き、空間周波数の逆数で表される波長（以下、空間波長）に基づいて空間的特徴の詳細な分析を試みる。フーリエ変換は工学分野において様々な応用されており、画像解析手法としても汎用性が高い。画像処理では二次元フーリエ変換が用いられることが多いが、都市の街区形状のように不均質なパターンを対象とする場合には、どこを中心に設定するかによって結果が大きく左右されるという問題がある。そこで、本研究では画像のx, y方向に対して抽出したそれぞれの空間周波数に個別にフーリエ変換を適用し、その整合性を確認するプロセスをとる。

また、地図データからイメージされるエリア印象の類似性に関するアンケート調査と、三次元空間の視覚情報から受けるエリア印象

図1 対象エリアの二値化画像

の類似性についてのアンケート調査を実施する。これらの調査によって地図データと三次元空間の視覚情報によって形成される印象の違いを明らかにした上で、画像解析結果の分析方法を検証する。

2.1. 対象エリアの設定

地図を見たときに、格子状街区を形成する点において共通する「浅草」、「神田」、「麹町」、「小岩」、「御徒町」、「日本橋」の6つの街を選定する。これらの街は、建物のファサードデザインや色彩に際立った特徴が見られず、また街を構成する建物の印象も類似していることから、本研究の考察に適した対象であると言える。

同一の格子状街区であっても、格子の軸と画像のx、y軸が成す角度が変われば抽出される空間波長の結果が異なることが想定される。そこで、本研究では空間周波数の抽出条件を揃えることで比較を行いやすくするために、主要な格子状街区部分を形成している道路の軸とx、y軸が一致するように画像を回転させて微調整を行う。街区の角度による影響については、今後、本研究の分析手法を格子状街区以外の対象エリアへ展開する段階で十分な検証を行う必要があると考えている。

それぞれの街から、図1に示す500m×500mの対象エリアを設定する。500mという距離は、人の日常的歩行能力に基づいた寸法単位であり¹⁴⁾、500m×500mの領域は一つの街として意識されて印象が形成される空間単位であると定義できる。

2.2. 空間波形の抽出

500m×500mの二値化画像から、空間波形を抽出するための解像度500pixel×500pixelのデータを作成する。1m=1pixelとすることで、空間波形の横軸の値を距離として読み取ることが可能になる。二値化画像に対してx、y方向の空間波形を抽出するとき、空間波形のグラフにおいて横軸はDistance(=pixel)、縦軸はGray Valueを示す。空間波形は道路や建物群の量や配置、余白空間の有無を反映しており、走査軸方向の建物の面積比率が高いほどGray Valueの値が高くなる(図2)。

本研究ではゼンリン^{注1)}の地図データを使用する。他の地図データとの違いは詳細データの情報量やレイヤ構成などによるものであり、測量技術が進歩した今日では建物形状の精度に大差はない。そのため、使用する地図の選択による本研究の結果や考察への影響はほとんど無いものと考えてよい。

図2 Gray Valueの抽出

3. アンケートによる印象評価

3-1. 二値化画像を用いた印象評価

20名の大学生を被験者として、図1の6エリアの二値化画像からイメージされる空間が類似しているエリアの組み合わせとその理由を回答してもらった。アンケートでは、各エリアの地名は伏せ、回答する組み合わせの数は自由とした。被験者数に対する回答率(=回答者数/被験者数×100)を表1に示す。「小岩—浅草」、「麹町—日本橋」、「神田—御徒町」の3通りの組み合わせが明らかに類似したイメージを与えており、これらの組み合わせの選択理由については、回答が以下の内容に集約された。

- ・「小岩—浅草」…小規模な建物が目立つ。
- ・「麹町—日本橋」…小規模な建物と中規模な建物で構成されている。
- ・「神田—御徒町」…比較的規模の大きな建物で構成されている。

街を構成する建物の規模によって空間のイメージが形成されていると考えられ、「御徒町」、「麹町」、「日本橋」の3エリアの組み合わせについては、被験者によって評価に若干の差があることが分かる。

表1 二値化画像を用いた印象評価結果

組み合わせ	回答率(%)
小岩—浅草	100
麹町—日本橋	85
神田—御徒町	80
神田—日本橋	25
御徒町—日本橋	25
御徒町—麹町	20
神田—麹町	5

3-2. 三次元CGアニメーションを用いた印象評価

ファサード情報や色彩などの装飾的要素影響を取り除いて空間のリズムに基づいたエリア印象の評価を行うために、CGで対象6エリアの建物ヴォリュームを立ち上げ、街中を回遊するときの視界のアニメーション(以下、ウォークスルーアニメーション)を作成した。CGおよびウォークスルーアニメーションの設定は以下の通りである。

- ・建物の高さは地図データ中の建物階数に基づいて、階高を一律に3,200mmとして算出した。
- ・アニメーションの解像度はVGAサイズとし、1秒間のフレーム数は15コマとした。
- ・視界を80度、視点の高さを1500mm、視線の仰角を水平より下向きに10度とした。普通に通行する場合の視線を想定しており、歩行途中に頭上方向を見上げる行動については本研究では想定しない。
- ・道路の右側路肩を歩行するものとし、道路向かい側の建物のファサードへ視線が向くように進行方向に対して道路側に30度振った。
- ・道路幅については、6エリアが共通して「1. 幅広の幹線道路」、「2. 街区を形成している道路」、「3. 街区内に張り巡らされた小幅な道路」の3タイプの道路で構成されていることから、これらの道路を1→2→3の順に等割合で歩くパスを設定した。
- ・パスの長さは、500m×500mのエリア内をおおよそ一巡りできる2kmとした。
- ・太陽高度は夏至の正午に設定した。

大学生20名を被験者に、6エリアのウォークスルーアニメーションを1画面に同時に表示し(図3)、受ける街の印象が類似している

図3 ウォークスルーアニメーションの画面

と思われるエリアの組み合わせを回答してもらった。二値化画像を用いた評価と同様に、各エリアの地名は伏せ、回答する組み合わせの数は自由とした。また、印象評価において着目したポイントについて、「建物の間隔」、「ファサードの面積」、「建物の高さ」、「建物の配置」、「道路幅員」、「街路形状」、「その他」の7項目を提示し、その中から該当する項目を複数選択してもらった。

回答率を表2に示す。表1と比べてみると、二値化画像を用いた調査では回答が7通りの組み合わせに集約されていたが、今回の調査では回答が17通りの組み合わせに分散した。これは、建物のリズムによってつくられる街路の特徴が二値化画像ほど明確に読み取りにくく、評価に個人差が現れやすいためであると考えられる。また、上位の組み合わせの回答率をみても、半数以上の回答率を得たのは、「神田ー日本橋」の65%と「小岩ー御徒町」の50%の2通りのみで、

ほとんどの被験者が明確な類似性を評価できる組み合わせは見られない。

表1で100%の回答率を得ていた「浅草ー小岩」は、表2左では30%と低い評価となり、表1で85%であった「麹町ー日本橋」と80%であった「神田ー御徒町」も、表2左では25%、20%となっていることから、3-1の結果とは明らかに異なる印象が得られていると言える。また、表2左では表1で回答されなかった8通りの組み合わせが新たに挙げられており、その中の「小岩ー御徒町」、「浅草ー御徒町」、「浅草ー神田」、「浅草ー麹町」は回答率の高い上位に位置している。特に「小岩ー御徒町」については、半数以上の回答率を得ている。以上のことから、二次元の地図データと三次元のウォークスルーアニメーションとは明らかに異なった印象評価がなされていると考えられ、地図データからエリア印象を直感的に評価することが難しいことを確認することができた。

印象評価の際に着目した項目については、表2右に示すように「建物の間隔」、「ファサードの面積」の二つの項目が過半数を超える回答を得た。「ファサードの面積」を評価するためには、本来「建物の高さ」の情報が不可欠である。しかし、ウォークスルーアニメーション画面の構図を考慮した場合には、視界の多くを占める近景建物のファサードの上部が視界に入らないため、「建物の高さ」の情報は重要とならない。また、ファサード全体が視界に入る遠方の建物の「ファサードの面積」についても、距離が遠く視線とファサードの成す角度も鋭角になるため実際に見えるファサード面積はわずかで、視界に及ぼす影響は非常に小さいと考えられる。以上のことから、「ファサードの面積」は近景建物の「ファサードの幅」として評価されていると置き換えて考えることができる。地図データから視覚的に読み取ることができない「建物の高さ」については、三次元的な空

表2 ウォークスルーアニメーションを用いた印象評価結果
(左：組み合わせの回答率、右：着目した項目の回答率)

組み合わせ	回答率 (%)
神田ー日本橋	65
小岩ー御徒町	50
浅草ー御徒町	40
浅草ー神田	35
浅草ー麹町	30
浅草ー小岩	30
麹町ー日本橋	25
小岩ー麹町	25
小岩ー神田	20
神田ー御徒町	20
御徒町ー麹町	10
神田ー麹町	10
日本橋ー御徒町	10
小岩ー日本橋	5
浅草ー日本橋	5

項目	回答率 (%)
建物の間隔	34.7
ファサードの面積	21.7
建物の高さ	15.2
建物の配置	12.0
道路幅員	9.7
街路形状	3.0
その他	3.5

間の評価にとっては重要な項目であることが予想されたが、回答率は15.2%に止まった。これは既に考察したように、多くのシーンで建物の全体像が見えず、見通しが良いシーンにおいても進行方向の遠方の建物の高さが視界に入るだけで、建物の密集した空間の評価においては必然的に重要度が低くなるためと考えられる。

以上の考察から、三次元的な街のエリアの立体的印象を決定する上で重要となる「建物の間隔」とファサードの幅として読み替え可能な「ファサードの面積」の二つの項目は、ともに二次元の地図データからの抽出可能な情報であり、立体的なエリア印象が地図データを用いてある程度の精度で評価できることを示している。

4. 空間波形の分析

2-2で説明した方法によって各エリアの空間波形の抽出を行った。表3に各エリアにおけるx, y方向の空間波形の相関係数を、図4に6エリアにおけるx方向, y方向の空間波形を示す。x, y方向の起

表3 x, y方向の相関係数

エリア	浅草	小岩	神田	御徒町	麹町	日本橋
相関係数	0.89	0.90	0.85	0.87	0.81	0.79

点は図1の二値化画像の右下コーナーとする。相関係数はすべてのエリアにおいて0.79～0.90の高い値を示している。これらの値は波形の周期性に対して求められるため、起点の取り方によって大きく変化する値ではないことから、各エリアはx, y方向の双方に同様の周期的特徴を持っていると判断してよい。具体的なGray Value値について見てみると、以下の区間で高い値となっており、これから各エリアの街区の大きさを読み取ることができる。

- ・「小岩」…0～44(m), 55～158(m), 169～265(m), 288～386(m), 400～482(m)
- ・「御徒町」…0～117(m), 140～207(m), 228～301(m), 342～500(m)

図4 6エリアの空間波形

- ・「日本橋」…7～106(m), 154～183(m), 194～263(m),
275～302(m), 321～359(m), 370～390(m), 400～439(m),
451～490(m)

また、上記の区間の変化を詳細に見てみると、以下の区間内において Gray Value 値が相対的に大きく下に変動している。

- ・「小岩」…0～44(m)、65～150(m)、177～220(m)
- ・「御徒町」…17～88(m)、243～272(m)、408～500(m)

- ・「日本橋」…46～74(m)、210～248(m)、451～480(m)

これは駐車場、公園、空き地といった余白空間の存在とその大きさを表している。以上のことから、マクロな街区レベルの構造については、特徴が空間波形にはっきりと表れていることが確認できる。また、空間波形の山部分に表れる細かな変動の振幅は「小岩」、「御徒町」、「日本橋」の順に短くなっており、この差は「小岩」のように街区内の各建物の建築面積が小さく多くの隙間空間があるエリア

図5 6エリアの空間波形に対するフーリエ変換結果

と、「日本橋」のように街区内の建物の隙間空間が少なく高密度なエリアの差が読み取られているためであると推測できる。ただし、これらの細かな波形に現れていると考えられる特徴については、空間波形から直感的に評価することが難しく、さらに詳細な解析が必要である。

5. フーリエ変換による分析

空間波形の細かな変動の特徴を分析するために、図4の空間波形に対してフーリエ変換を行った結果を図5に示す。縦軸はGray Value 値を示し、横軸は空間波長を示す。また、Gray Value 値が高い値となるときの空間波長の値とGray Value 値のパターンは各エ

表4 各エリアにおける上位10のGray Value 値とそのときの波長

リアの固有性を有しており、これが空間のリズムとして印象形成に強く作用していると推測される。そこで、各エリアにおいて Gray Value 値が大きい順に上位 10 までを抽出し、そのときの空間波長の値と共に表 4 に示す。エリア内において、高い頻度で出現する空間波長は印象形成に強く作用している可能性が高いことが予想されるため、本研究ではこのような空間波長の値を「固有スケール」と定義し、固有スケールの値や数にエリアの特徴を見出すことができるものとする。

麴町の y 方向のグラフでは、空間波長最大時に Gray Value 値が最大となっており、他のエリアのグラフと比べて特徴的な傾向を示している。これは、図 1 の二値化画像からも明らかであるように、麴町の対象エリアの東端に街区を形成する道路とは明らかに幅員の異なる道路が含まれている影響である。エリア印象を評価する上で、この特殊な道路の影響を考慮することは適切でないと判断し、該当部分を除外して固有スケールの抽出を行う。

5-1. 各エリアの固有スケール

＜浅草＞

x, y 方向それぞれの上位から順位 R の波長を (x_R, y_R) と表記すると、x, y 方向の 1 位の波長は (x_1, y_1)=(39m, 34m) となる。共に 30m 台の値であり、この他に 30m 台の値は (y_2)=(39m) が存在する。また、(x_3, y_3)=(50m, 46m) の 48m 付近の値、(x_5, y_5)=(20m, 17m) と (y_6)=(21m) と (x_7, y_7)=(18m, 18m) の 20m 付近の値が、上位に複数回現れていることを確認することができる。浅草には 30m 台、48m 付近、20m 付近の 3 つの固有スケールが存在し、特に 30m 台の固有スケールが強いと説明することができる。

＜小岩＞

「浅草」のように特に強く表れている波長は見られない。(x_1)=(50m), (y_4)=(50m) の 50m を固有スケールとして挙げるができるが、その他の値にはバラつきがあり固有スケールを特定することができない。

＜神田＞

(y_1)=(82m) と (x_4)=(84m) に見られる 80m 付近の値、(x_2, y_2)=(39m, 39m) の 40m 付近、(x_6, y_6)=(22m, 20m) と (x_8)=(19m) の 20m 付近の値、(x_7, y_7)=(27m, 28m), (x_5)=(32m), (y_8)=(32m) の 30m 付近の値の 4 つの固有スケールを確認できる。

＜御徒町＞

(x_1, y_1)=(46 m, 56m) となり、これに近い値の波長として (x_4)=(54m) も挙げるができるため、50m 付近の値に最も強い固有スケールが存在すると考えられる。その他には、(x_3, y_3)=(22m, 25m) と (x_6)=(27m) の 25m 付近の値、(x_8, y_8)=(15m, 15m) や (x_10, y_10)=(14m, 17m) の 15m 付近の値があり、3 つの固有スケールを挙げるができる。

＜麴町＞

x, y 方向ともに 1 位の Gray Value 値が突出して高くなり、その波長は (x_1, y_1)=(72m, 100m) である。これに近い値の波長としては (y_6)=(72m), (x_3)=(107m) が挙げられるため、72m, 100m 前半付近の値はともに固有スケールであると考えてよい。この他の固有スケールとして、(x_2, y_2)=(46m, 56m) の 50m 付近の値、(x_4, y_4)=(34m, 31m) の 30m 付近の値、(x_7)=(20m), (x_9, y_9)=(18m, 19m), (y_10)=(17m) の 20m 付近の値を見つけるこ

とができる。

＜日本橋＞

上位 2 つの Gray Value 値が高く、波長は (x_1, y_1)=(42m, 56m)、(x_2, y_2)=(56m, 103m) である。56m については固有スケールであることをすぐに推測でき、(y_4)=(39m) および (x_5)=(103m), (y_6)=(107m) から 40m 付近の値と 105m 付近の値についても固有スケールと考えてよい。この他に、(x_4)=(24m), (x_7)=(20m), (y_8)=(17m), (x_9, y_9)=(16m, 23m), (x_10, y_10)=(17m, 19m) から、20 m 付近にも固有スケールが存在していると考えられる。

以上の 6 エリアに対する個別の考察から、固有スケールの値とその数のみに基づいてエリアの類似性を単純に評価したとき、20m 付近の値、50m 台の値、100m 付近の値の 3 つの固有スケールを共有する「麴町－日本橋」の類似性が高いと予測することができる。反対に、「神田」を除くすべてのエリアが有している 50m 付近の値以外の固有スケールを持たない小岩は、最も他のエリアとの類似性が低いと予測することができる。

5-2. 固有スケールと Gray Value 値に基づくエリアの類型化

5-1 で抽出された固有スケールは各エリアの特徴を示す重要な指標であると推測することができるため、ここでは固有スケールの現れ方に基づいてエリアの類型化を試みる。同じ固有スケールが見られる場合でもそのときの Gray Value 値は異なるため、一致する固有スケールの有無だけではなく Gray Value 値を含めて総合的に評価する必要がある。そこで、固有スケールを建物スケールによって導かれると推測される 10 ～ 30m 未満の固有スケール（以下、建物固有スケール）と、街区によって導かれると考えられる 100m 以上の固有スケール（以下、街区固有スケール）に着目し、それぞれのエリアにおいて建物固有スケールと街区固有スケールが Gray Value 値の上位 10 の中にどのように分布しているかを整理する。

エリアにおいて、建物固有スケールと街区固有スケールのどちらが強く現れているかを評価するために、Gray Value 値のランキングに応じてポイント（1 位→10pt, 2 位→9pt・・・10 位→1pt）を与え、x, y 両方向の建物固有スケールと街区固有スケールのポイント合算したトータルポイントを求める。「神田」のポイントは次式のように導くことができる。

$$\bullet \text{ 街区スケール} = 8\text{pt} \times 1 + 7\text{pt} \times 1$$

$$= 15\text{pt}$$

$$\bullet \text{ 建物スケール} = 5\text{pt} \times 2 + 4\text{pt} \times 2 + 3\text{pt} \times 1 + 2\text{pt} \times 2 + 1\text{pt} \times 2$$

$$= 27\text{pt}$$

以上の算出方法により、6 エリアのポイントが表 5 のように求めた。さらに表 5 の結果に対してクラスター分析のウォード法を用いて図 6 の樹形図を導いた。相関性については「麴町－日本橋」が最も高く、これに続いて「浅草－御徒町」、「神田」と「麴町－日本橋」の順に評価が高い。「小岩」と「浅草－御徒町」については、先の 5 通りの組み合わせに比べて低い相関性を示している。上記の 6 通りの組み合わせの相関性の強さの序列は、以下のように整理することができる。

1 番目に強い相関性：「麴町－日本橋」

2 番目に強い相関性：「浅草－御徒町」

3 番目に強い相関性：「神田－御徒町」と「神田－浅草」

4 番目に強い相関性：「浅草－小岩」と「小岩－御徒町」

表5 建物固有スケールと都市固有スケールのポイント

エリア	浅草	小岩	神田	御徒町	麴町	日本橋
街区固有スケール	5	6	15	9	18	20
建物固有スケール	41	52	27	41	31	30

図6 クラスタ分析による6エリアの類型化

5-3. 固有スケールの類似性に基づくエリアの類型化

5-2において一つの類型を得ることができたわけだが、Gray Value値が上位10の固有スケールの一部を評価することで導いた類型であり、残りの固有スケールによる影響を考慮した場合に異なった結果を示すことも想定される。そこで、図6の結果の有効性を確認するために、別の方法による検証を行った。

表6 固有スケールの類似性評価

タイプ	グループ	固有スケール (m)										一致固有スケール数
I	浅草-御徒町	103	85	72	46	39	28	18	17	15	14	10
	浅草-麴町	72	46	39	34	28	24	20	18	17	15	10
	神田-日本橋	107	84	56	39	28	26	23	20	19	17	10
	御徒町-麴町	72	56	46	39	28	25	19	18	17	15	10
II	小岩-浅草	103	85	50	34	30	24	18	15	14	—	9
	浅草-日本橋	103	72	39	30	28	26	24	20	17	—	9
	小岩-御徒町	103	85	42	27	22	19	18	15	14	—	9
	神田-麴町	107	100	56	39	28	20	19	17	12	—	9
	麴町-日本橋	107	72	56	39	28	24	20	19	17	—	9
III	神田-御徒町	56	39	32	28	27	22	19	17	—	—	8
	御徒町-日本橋	103	72	56	42	39	28	19	17	—	—	8
IV	小岩-日本橋	103	84	42	30	24	19	—	—	—	—	6
V	浅草-神田	50	39	28	26	20	17	—	—	—	—	6
VI	小岩-神田	84	50	27	22	19	—	—	—	—	—	5
	小岩-麴町	34	24	19	18	15	—	—	—	—	—	5

表7 アンケート結果との相関性
(左：二値化画像、右：ウォークスルーアニメーション)

組み合わせ	回答率(%)	相関性
神田-日本橋	65	中
小岩-御徒町	50	弱
浅草-御徒町	40	強
浅草-神田	35	-
浅草-麴町	30	-
浅草-小岩	30	弱
麴町-日本橋	25	強
小岩-麴町	25	-
小岩-神田	20	-
神田-御徒町	20	-
麴町	15	-
御徒町-麴町	10	-
神田-麴町	10	中
日本橋-御徒町	10	-
小岩-日本橋	5	-
小岩	5	-
浅草-日本橋	5	-

エリアの固有スケールを比較する際、一致する固有スケールの数が多いほど類似性が強いと考えることができる。そこで、6エリアから2エリアを選択する全15通りの組み合わせに対して、上位10の固有スケールの中でその値が一致する数（以下、一致固有スケール数）を求めた（表6）。15通りの組み合わせは一致固有スケール数に基づいてIからVIの6タイプに分類することができる。図6で導いた6通りの組み合わせの全てがタイプIとタイプIIに属しており、表6の結果は5-2の類型化の結果を裏付けるものである（表7）。

6. まとめ

5章で導いた類型結果について、3章のウォークスルーアニメーションを用いた印象評価の結果との比較を行った。5-2の6通りの組み合わせについて、「麴町-日本橋」、「浅草-御徒町」の組み合わせを“強”、「神田-御徒町」、「神田-浅草」の組み合わせを“中”、「浅草-小岩」、「小岩-御徒町」の組み合わせを“弱”と分類し、表3左における位置を確認したところ、6通りの全ての組み合わせのうち、「神田-麴町」を除く残りの5つの組み合わせが上位に位置することが分かった（表7）。また、表3左の上位3の組み合わせである「神田-日本橋」、「小岩-御徒町」、「浅草-御徒町」については、その全てが5-2で導いた組み合わせに含まれ、このうち、「小岩-御徒町」、「浅草-御徒町」については二値化画像を用いた印象評価において回答されなかった組み合わせである。以上のことから、3章と5章の結果は大枠において一致していると評価することができる。本研究で提案した二値化画像を用いてウォークスルーアニメーションから受けるエリア印象を類推する手法により、三次元の「空間のリズム」に基づくエリア印象を同定する媒体としての二次元の地図データの可能性を示すことができた。

評価の序列については、ウォークスルーアニメーションにおいて最も高い回答率を得た「神田-日本橋」が“中”、2番目の回答率を得た「小岩-御徒町」が“弱”、3番目の回答率を得た「浅草-御徒町」が“弱”となり、評価の逆転が起こっている。この逆転現象が重要な意味を持つのかどうかについては、図6のクラスタ分析の値がどの程度の相関性の違いを意味するものであるかについても検証する必要がある。また、3-2で既に述べたように、ウォークスルーアニメーションによる印象評価が、二値化画像を用いた印象評価に比べてはつきりとした違いを読み取ることが難しいことから、回答率の精度が不十分であることも原因として考えられる。今回提案した分析手法の精度を高めていくことが今後の課題である。

参考文献

- 辻大起, 岩田伸一郎: Gray Valueの空間波長に基づく格子状市街地の固有スケールに関する研究, 日本建築学会第31回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 49-54, 2008. 12
- 篠原修, 屋代雅充: 街路景観のまとまりに及ぼす沿道建物の効果に関する計量心理学的研究, 土木学会論文集 第353号, IV-2, 1985. 1
- 山岸良一, 内田茂, 久我新一: 街路景観の<複雑さ>および<秩序>に関する実験的研究 視覚環境の構成と評価に関する研究・1, 日本建築学会計画系論文報告集 第384号, pp. 27-35, 1988. 2
- 瀬田恵之, 松本直司, 田邊淳也: フーリエ変換を用いた街路景観評価の有効性に関する研究 中心市街地における乱雑・整然に関する研究 その4, 日本建築学会計画系論文集 第569号, pp. 85-92, 2003. 7
- 積田洋: 心理量分析と指摘量分析による街路空間の「図」と「地」の分析 街路の空間構造の研究その1, 日本建築学会計画系論文集 第554号,

- pp. 189-196, 2002. 4
- 6) 山家京子, 石井啓輔: 商業集積地における表層の雑多性に関する研究 指標作成と用途断面の混在度との比較, 日本建築学会計画系論文集 第 614 号, pp. 161-166, 2007. 4
- 7) 松本直司, 寺西敦敏, 仙田満: 街路景観の乱雑・整然性要因に関する研究 中心市街地における乱雑・整然に関する研究 その 1, 日本建築学会計画系論文報告集 第 429 号, pp. 73-82, 1991. 11
- 8) 山田秀徳, 中谷豪, 奥山信一: 街路型建築のファサードの表現 ファサードの連続性により形成された都市空間に関する研究 (1), 日本建築学会大会学術講演梗概集 F-2 分冊, pp. 621-622, 1999. 9
- 9) 伊藤恭行: コンピューター画像処理による都市的景観の研究 - 7 - 矩形要素の配列パターンの自動検出, 日本建築学会大会学術講演概要集 F, pp. 291-292, 1994. 9
- 10) 関勝炫, 佐藤滋: 都市建築の類型による街区形態の解析に関する研究 - 都市建築形態学の方法による街区計画論に関する研究 (1) -, 日本建築学会計画系論文集 第 621 号, pp. 53-60, 2007. 11
- 11) 野田洋: 定量地利尺度の応用による都市構造の分析的考察 街路網の特性を規準とした都市の分析的研究 その 2, 日本建築学会計画系論文集 第 513 号, pp. 191-196, 1998. 11
- 12) 水野節子, 掛井秀一: 都市街路形態のフラクタル解析, 日本建築学会計画系論文報告集 第 414 号, pp. 103-108, 1990. 8
- 13) 郷田桃代, 藤井明, 曲渕英邦, 鍋島憲司: 街区スケールにおける空隙の形態に関する研究 その 1 ベトナム・ハノイ 36 通り地区の現状調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集 F, pp. 641-642, 2000. 9
- 14) 吉阪隆正, 戸沼幸一: 都市の大きさについての研究 (3) - 市街地内の街区構成と規模について -, 日本建築学会論文報告集 第 118 号, pp. 25-30, 1965. 12

注

注 1) ZENRIN GIS Z Map Town II

(2009年12月10日原稿受理, 2010年 4 月15日採用決定)