

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・整然性に関する研究 その4

A STUDY ON USEFULNESS OF FOURIER TRANSFORM METHOD
FOR EVALUATING STREETSCAPES

Studies on disorder and regularity in the central business district Part 4

瀬田 恵之*, 松本 直司**, 田邊 淳也***

Shigeyuki SETA, Naoji MATSUMOTO and Junya TANABE

The purpose of the present study is to make clear the relation between amount of psychology and physical amount which streetscape gives. Physical amount is the values of fluctuation computed by fourier transform of the photographs of 80 scenes and the CG images of 16 scenes in the central business district. Amount of psychology is the values of disorder, regularity and attraction, which we get by the experiments using the same photographs and the CG images. The result show that fourier transform method is useful for evaluating landscape.

Keywords : streetscape, fluctuation, Fourier transform, Computer Graphics, image analysis, attraction,
街路景観, ゆらぎ, フーリエ変換, CG, 画像解析, 魅力度

1. 研究の背景と目的

都市の街路空間は、そこで暮らしている人にとっては関係の深い生活空間であり、また初めてそこを訪れる人にとっても街の印象を形成する重要な空間と考えられる。魅力ある街路空間の計画には、街路の機能的役割だけでなく、景観的な役割についても十分考慮する必要がある。公共性を有する街路景観計画では、なるべく設計者の主観にとらわれず極力多くの住民にとって受け入れられる計画が重要である。さまざまな街路景観の特性を何らかの変数で定量的に扱うことができれば、客観的な指標に基づいた魅力ある街づくりをに役立てられると考えられる。しかし街路景観を構成する景観構成要素は建物、樹木、道路、看板、電柱など非常に多くのものから構成されている。既往研究ではそれらの構成要素1つ1つの大きさや位置などを変数にして定量化し、心理量との関係を求める研究も行われているが、要素数が増えると考慮すべき変数も大幅に増えてしまい、取り扱いが複雑になりしかも煩雑な結果を招く恐れがある。

そこで街路景観の定量化と景観計画での利用の容易性を考えるならば、できるだけ少ない変数で街路景観の特徴を説明できるような変数が求められる。本研究では、街路景観の特徴を表す変数としてゆらぎ値に着目した。景観の視覚情報を2次元平面における濃淡のある点の連続分布として考える。これは、景観を建物、樹木等の要素の集合と考えるのではなく、様々な階調値の平面分布としてとらえるものである。この平面を2次元高速フーリエ変換によって得た空間周波数^(註1)からゆらぎ値を算出して、街路景観の特性との関係を

明確にするとともに、印象評価実験によって得られた乱雑性、整然性、魅力度といった街路景観の心理量との関係も明確にする。ゆらぎ値という物理量と心理量との関係から街路景観評価手法のモデル

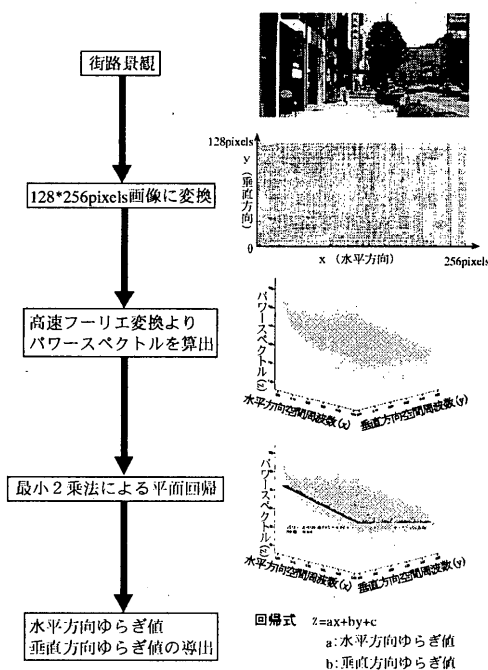


図1 ゆらぎ値導出の流れ

* 飛鳥建設技術研究所 副所長・都市再生研究室長・工修
** 名古屋工業大学大学院工学研究科社会学専攻
教授・工博
*** 愛知県庁 工修

Research Institute of Technology, Tobishima Corporation, M. Eng.
Prof., Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
Aichi Prefecture, M. Eng.

化を試みることを目的とする。これにより計画された街路景観の客観的な印象を予め想定することが可能となり、魅力ある街路計画に役立てられると期待できる。

2. フーリエ変換による街路景観解析手法

2.1 解析手法

街路景観を撮影した写真をモノクローム 256 階調、128x256pixels^(註2)のデジタル画像に変換し、2次元高速フーリエ変換により画像の水平・垂直各方向の空間周波数に対するパワースペクトルを算出した^(註3)。最小2乗法を用いてデータ分布を $Z = aX + bY + c$ の平面に回帰させる。^(註4)得られた回帰式の偏回帰係数aはX軸方向のゆらぎの程度を表し「水平方向ゆらぎ値」とよぶ。同様に偏回帰係数bをY軸方向のゆらぎの程度を表し、「垂直方向ゆらぎ値」とよぶ。これらのゆらぎ値を街路景観の特性を表す変数として扱う。

ゆらぎ値導出までの流れを図1に示す。

2.2 ゆらぎ値の考察

各方向ゆらぎの値の基本的意味について考察する。ゆらぎ値は関数上の傾きを意味することから、街路景観のゆらぎ値が大きくなることは空間周波数上の低周波数領域のパワースペクトルに対して高周波数領域のパワースペクトルが増大することを意味する。また、ゆらぎ値が0となるのは各周波数領域のパワースペクトルが等しいことを表す。ゆらぎ値が-1となる波形は空間周波数とパワースペクトルが反比例していることから1/fゆらぎ波形という。

図2は景観に対応する2次元平面の水平方向に1/fゆらぎの波形を分布させたものの一例である。水平方向ゆらぎ値(a)は-0.97となり、1/fゆらぎ波形を十分に反映した結果となった。垂直方向ゆらぎ値(b)は1次元波形が1本のときはほとんど反応を示さなかったが、波形を5本、10本と増やすにつれ増加した。

亀井¹⁾は、このようなテストデータや実際の町並みの景観写真を解析をおこない、水平方向ゆらぎ値、垂直方向ゆらぎ値と景観特性との関係について以下のように報告している。

- ①空や道路面などの広範囲にわたり階調値が均一の部分の存在が、ゆらぎ値に大きな影響を及ぼす。
- ②垂直方向ゆらぎ値には、景観の構図的要因が深く関わっている。
- ③水平方向ゆらぎ値には、階調の細かい変化が敏感に反映され、ディテールの要因が関わる。
- ④波形と背景の階調差が大きくなるほどゆらぎ値が小さくなることにより、コントラストに大きな変化がある景観ほどゆらぎ値は小さくなる。

3. 街路景観のゆらぎ値と心理量（乱雑性・整然性・魅力度）

3.1 街路景観とゆらぎ値の関係

既往研究^{2) 3)}により 1029 枚の街路景観の写真を道路形状により分類し、その中から街路の物的形状と機能が多種になるように 80 場面を選定し、表1に示す 10 グループに類型化した。^(註5) 80場面の街路景観のゆらぎ値を2次元高速フーリエ変換を用いて導出した。

図3に80場面の水平方向ゆらぎ値と垂直方向ゆらぎ値の分布を示す。水平方向ゆらぎ値は-3.5~-1.5の範囲に、垂直方向ゆらぎ値は-3~-1の範囲に分布している。分布全体の平均値は水平方向ゆらぎ値

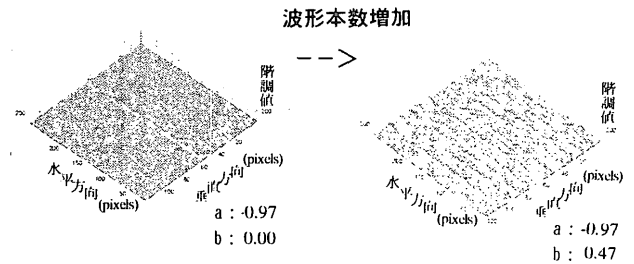


図2 波形本数の変化

表1 街路景観の分類と場面数

街路の機能別類型	場面数	街路の機能別類型	場面数
a: 中心市街地の大通り	7	f: 一般的住宅街	9
b: 官庁・オフィス街	4	g: 閑静な住宅街・集合新興住宅街	16
c: 市場・繁華街の裏通り	9	h: 伝統的建築物の多い観光地	11
d: 繁華街の表通り	11	i: 下町住宅街	8
e: 横町・土産物屋街	2	j: 機能不明の街路	3

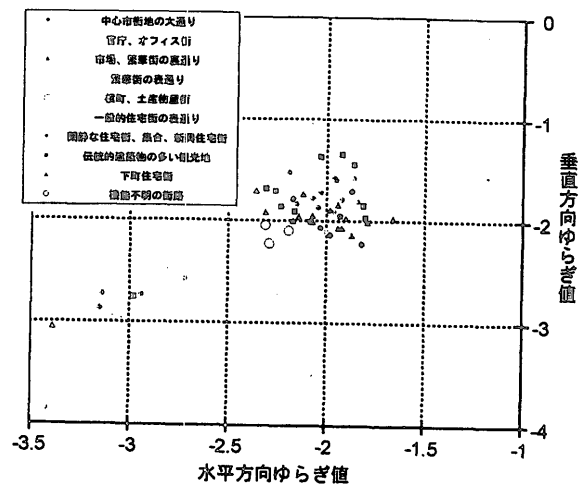


図3 街路景観の水平方向・垂直方向ゆらぎ値の分布図

表2 街路の機能的類型とゆらぎ値

街路の機能的類型	水平方向ゆらぎ値		垂直方向ゆらぎ値	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
a: 中心市街地の大通り	-1.981	0.111	-1.953	0.186
b: 官庁・オフィス街	-2.030	0.120	-1.823	0.273
c: 市場・繁華街の裏通り	-2.226	0.471	-2.041	0.400
d: 繁華街の表通り	-1.919	0.115	-2.042	0.116
e: 横町・土産物屋街	-2.480	0.820	-2.450	0.707
f: 一般的住宅街	-2.130	0.372	-1.966	0.244
g: 閑静な住宅街・集合新興住宅街	-2.245	0.461	-2.003	0.460
h: 伝統的建築物の多い観光地	-2.131	0.335	-1.812	0.393
i: 下町住宅街	-1.941	0.158	-1.985	0.074
j: 機能不明の街路	-2.263	0.064	-2.127	0.093

表3 街路の機能的類型と乱雑性・整然性・魅力度順位値

街路の機能的類型	順位値(平均値)		
	乱雑性	整然性	魅力度
a: 中心市街地の大通り	4.91	5.33	5.22
b: 官庁・オフィス街	1.97	8.45	7.06
c: 市場・繁華街の裏通り	7.39	2.67	3.97
d: 繁華街の表通り	7.76	2.35	5.03
e: 横町・土産物屋街	6.86	3.08	5.03
f: 一般的住宅街	4.11	5.67	4.66
g: 閑静な住宅街・集合新興住宅街	3.13	6.78	5.06
h: 伝統的建築物の多い観光地	3.57	6.41	7.30
i: 下町住宅街	6.12	3.74	2.95
j: 機能不明の街路	5.65	4.31	2.39

らぎ値が-2.112、垂直方向ゆらぎ値が-1.983である。

また、表2に街路の機能的類型ごとの各方向別ゆらぎ値の平均値と標準偏差を示す。「e:横町・土産物屋街」のばらつきが他に比べて大きくなっている。

3.2 街路景観と心理量(乱雑性・整然性・魅力度)の関係
(実験方法)

既往研究^{2) 3)}においては、対象となる80場面の街路景観のプリント写真を使い乱雑性、整然性、魅力度の順位法実験を行った。^(注6)この実験は1つの尺度につき1度の実験でサンプル全てに1通りの順位がつけられる方法である。実験ではまず被験者に80枚に写真全部を「非常に～(乱雑、整然、または魅力的)である」、「やや～である」、「どちらでもない」、「やや～でない」、「非常に～でない」の5グループにあらかじめ分類させ、それぞれのグループ内で順位をつけさせた後、最後に全体の順位を調整させた。写真はよく混ぜ合わせ順序をランダムとした。被験者は建築系学生・大学院生23名、非建築系学生15名、一般人43名、合計81名とした。実験は、1991年8月～10月に実施した。

(街路の機能的類型と乱雑性・整然性・魅力度の順位値の関係)

乱雑性・整然性および魅力度の順位は、合成順位法を用いて数量化し、それぞれの順位値を算出した。順位値は、評価対象の順位の度数分布にもとづき、度数の違いを対象間の距離によって表す方法で、平均5.0、標準偏差2.0となるように数量化したものである。

表3は街路の機能的類型と乱雑性・整然性・魅力度の順位を示す。乱雑性は、「d:繁華街の表通り」で7.76、「c:市場・繁華街の裏通り」で7.39と順位値が高く、「b:官庁・オフィス街」で1.97と低い。これは、自転車や看板など路上放置物、設置物などが要因となっているためと考えられる。整然性は広い道路に面した「b:官庁・オフィス街」で8.45と順位値が高く「d:繁華街の表通り」で2.35、「c:市場・繁華街の裏通り」で、2.67と低い。これは、路面や樹木、建物といった景観の全体を構成する要素の形態と関係があるためと考えられる。魅力度は「h:伝統的建築物の多い観光地」で7.3、「b:官庁・オフィス街」で7.06と高く、「i:下町住宅街」で2.95、「j:機能不明の街路」で2.39と低い傾向にある。

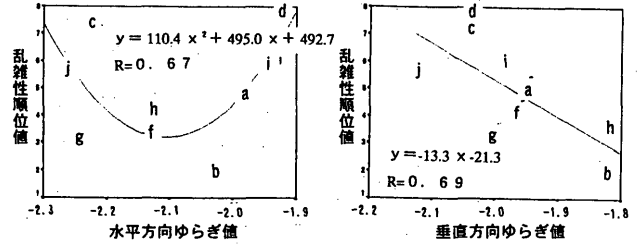
3.3 ゆらぎ値と心理量(乱雑性・整然性・魅力度)との相関関係

街路の機能的類型ごとのゆらぎ値と乱雑性、整然性、魅力度との関係を求めるため、各方向別ゆらぎ値(平均値)と乱雑性・整然性・魅力度の順位値(平均値)をもとに重回帰分析を行った。その結果を図4に示す。但し、「e:横町・土産物屋街」では2場面しかなく、ゆらぎ値が非常に離れており平均値に意味がないため解析対象から除外した。

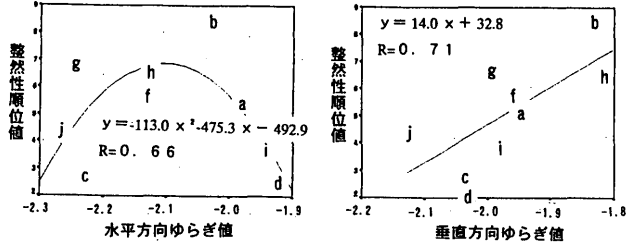
回帰式からみると、水平ゆらぎ値が-2.1付近で乱雑性順位値はもっとも高く、逆に整然性順位値は最も低くなる傾向にある。また、垂直ゆらぎ値が大きいほど乱雑性順位値は低くなり、逆に整然性順位値は高くなる傾向にある。乱雑性と整然性はゆらぎ値に対して互いに対称的な変化をしめす。魅力度順位値については、整然性順位値とほぼ同様な傾向がある。

重相関係数からみると、乱雑性、整然性はともに魅力度に比べて高い相関は得られなかった。この理由は、自転車、看板などの乱雑要素や路面などの整然要素などの景観の部分的要素によって乱雑性

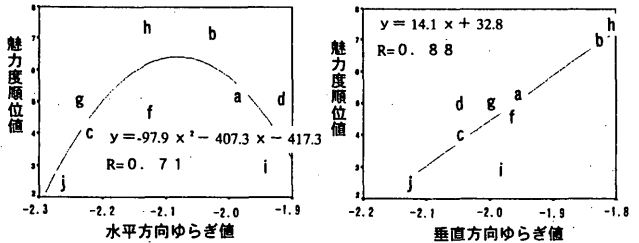
(1) ゆらぎ値と乱雑性



(2) ゆらぎ値と整然性



(3) ゆらぎ値と魅力度



凡例 a:中心市街地の大通り b:官庁・オフィス街 c:市場・繁華街の裏通り
d:繁華街の表通り f:一般的住宅街 d:閑静な住宅街・集合新興住宅街
h:伝統的建築物の多い観光地 i:下町住宅街 j:機能不明の街路

図4 ゆらぎ値と乱雑性・整然性・魅力度順位値の関係

表4 実験パターン

パターン	建物配置		歩道面の模様		街路樹配置(葉の茂り具合:密)		街路樹配置(葉の茂り具合:疎)	
	1/ゆらぎ	一定	1/ゆらぎ	7スファルト	1/ゆらぎ	一定	1/ゆらぎ	一定
1	●		●		●			
2	●		●			●		
3	●			●	●			
4	●			●		●		
5		●	●		●			
6		●	●			●		
7		●		●	●			
8		●		●		●		
9	●		●				●	
10	●		●					●
11	●			●	●			●
12	●			●		●		●
13		●	●				●	
14		●	●					●
15		●		●			●	
16		●		●				●

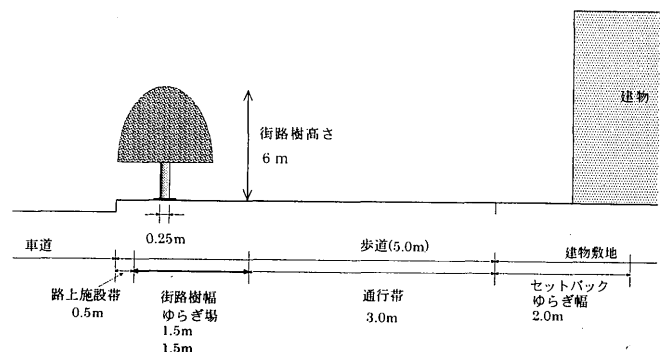


図5 街路断面図

・整然性が判断されるが、フーリエ変換ではこれらの部分的要素を区別できずゆらぎ値に反映されていないためと考えられる。

高い相関がえられた魅力度と街路の機能的類型ごとの各方向別ゆらぎ値との関係は以下のとおりである。

(水平方向ゆらぎ値と魅力度の関係)

魅力度は水平方向ゆらぎ値が、-2.1 付近で最も高く、それより小さくても大きくても魅力度は低下すると予測される。「d:繁華街の表通り」、「i:下町住宅街」といった路上放置要素や樹木など階調値に細かい変化をもたらす要素が散在した景観では水平方向ゆらぎ値が大きく、魅力度は低い。反対に「j:機能不明の街路」のように要素の少ない殺風景な景観では水平方向ゆらぎ値が小さく魅力度は低い。また、水平方向ゆらぎ値がほぼそれらの中間にある「h:伝統的建築物の多い観光地」や「b:官庁・オフィス街」などでは魅力度が高い。これらより、水平方向ゆらぎ値は、細かい要素の多い景観や要素の少ない殺風景な景観での魅力度は低く、要素がバランスよく存在する景観で魅力度が高まると考えられる。

(垂直方向ゆらぎ値と魅力度の関係)

垂直方向ゆらぎ値が大きいほど魅力度は高くなると予測される。

「h:伝統的建築物の多い観光地」や、「b:官庁・オフィス街」など建物の階調値や配列に統一性がある景観ほど垂直方向ゆらぎ値が大きく魅力度が高い。反対に様々な階調値の建物が並ぶ「j:機能不明の街路」では垂直方向ゆらぎ値も小さく魅力度が低い。垂直方向ゆらぎ値は、全体の構図のバランスを反映し、無計画に立ち並ぶまとまりのない街路で魅力度が低く、建物の階調に統一感があり、全体的にまとまりのある景観に魅力度が高いと考えられる。

4. 街路景観構成要素とゆらぎ値との関係

街路景観の特性はその景観を構成する様々な要素によって決定される。個々の街路景観構成要素と各方向別ゆらぎ値との関係を明確にすることで、街路景観評価手法の一般化を試みる。

ここでは景観要素の容易な変更が可能である街路景観 CG 映像を用いて、様々な要素を系統的に変化させた条件で印象評価実験を行い、街路景観要素と各方向別ゆらぎ値と心理量（乱雑性、整然性、魅力度）との関係を明らかにした。

4.1 実験概要

実験パターンは、表4に示すように、街路景観を構成する主要素である建物と街路樹の配置、歩道面模様は 1/f ゆらぎを取り入れたものの組み合わせを含む 16 パターンとした。1/f ゆらぎを用いた場合は、図5、図6に示すように建物はセットバック部分の距離、樹木は街路樹帯への配置、歩道面は模様である。街路景観 CG 映像例を図7に示す。実験は、CG 映像を表5に示す映像構成により被験者に提示する形で実施した。評価方法は、景観の乱雑性、整然性、魅力度についてマグニチュード推定法を用い、映像から受ける印象について評価させた。またその印象を受けた箇所について指摘させた。実験では、2台のモニター(画面:29インチ)を用いた。建物配置:一定、歩道面の模様:アスファルト、街路樹:一定配置で葉の茂り具合が密の条件(パターン8)を標準刺激映像として一方のモニターに映し、他方のモニターに比較刺激映像を映し、標準刺激映像の乱雑性、整然性、魅力度の評価値を100としたとき、比較刺激映

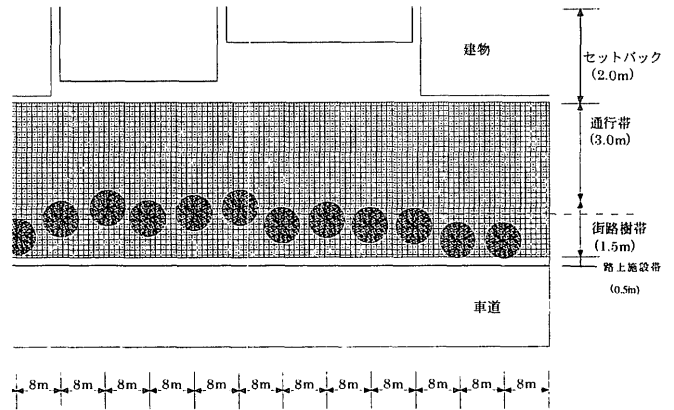


図6 街路平面図



図7 街路景観CGの映像例

表5 実験映像の提示方法

映像構成	(15秒間)	静止映像(起点)
	(20秒間)	動画映像(歩行速度9km/hで前進)
	(15秒間)	静止映像(終点)
		移動距離約50m
VTRフォーマット	S-VHS方式	

表6 実験パターン別乱雑性,整然性,魅力度

実験パターン	1/fゆらぎを適用した景観構成要素(○印)			評価値(幾何平均値)		
	建物配置	歩道面模様	街路樹配置	乱雑性	整然性	魅力度
1	○	○	○	147.33	74.67	128.67
2	○	○		120.67	94.67	125.67
3	○		○	119.40	80.33	89.53
4	○			109.47	95.20	100.07
5		○	○	132.67	79.00	126.33
6		○		108.33	99.53	122.33
7			○	114.00	91.00	100.67
8				100.00	100.00	100.00
9	○	○	○	146.00	71.67	137.33
10	○	○		128.67	81.93	123.00
11	○		○	127.00	83.00	91.00
12	○			109.33	98.33	99.00
13		○	○	129.00	87.33	126.67
14		○		116.67	95.67	121.33
15			○	112.13	92.27	99.33
16				100.33	102.67	94.67

像が何倍に感じるかを被験者に回答してもらった。提示順序による評価の偏りをなくすため乱数を用いて順序を決めた。被験者は建築学生・大学院生で15名とした。実験場所は、名古屋工業大学共同研究センター共同実験室で、2000年11月20日～24日に実施した。

4.2 実験結果

実験パターン毎の乱雑性、整然性、魅力度の評価値(幾何平均値)を表6に示す。

(乱雑性)：街路景観構成要素に1/fゆらぎを用いた箇所が多いほど乱雑性が高くなる傾向にある。特に、歩道面の模様、街路樹の配置に1/fゆらぎを用いると乱雑性は高くなる。

(整然性)：街路景観構成要素に1/fゆらぎを用いた箇所が多いほど整然性は低くなる傾向にある。

(魅力度)：歩道面の模様、街路樹配置のみあるいは建物配置のみに1/fゆらぎを用いた場合では魅力度は変化しない。

4.3 乱雑性・整然性・魅力度の指摘箇所と指摘割合

街路景観の乱雑性、整然性、魅力度の印象を受けた指摘箇所は街路景観の特徴から図8に示すように9カ所に分類した。指摘数合計で見ると、「歩道面」が最も多く、「建物」、「樹木」、「全体」の順になっている。

乱雑性の印象を受けた指摘箇所と指摘割合をみると、「建物」「樹木根元」が約50%と最も高く、次に「建物セットバック」(41.67%)、樹木幹(44.16%)が高い。逆に「全体」を指摘した人の割合は、18.75%と小さい。また整然性については、「その他」が57.14%と最も高く、次に「歩道面」(33.12%)、「樹木幹」(36.36%)、「樹木」(33.12%)、「樹木枝」(32.26%)の順になっているのに対して「全体」を指摘した割合は小さい。魅力度については逆に「全体」を指摘した割合が64%と非常に高く、以下「建物セットバック」(33.33%)、「樹木」(32.48%)、「歩道面」(30.4%)の順となっている。

以上の結果より乱雑性、整然性については景観全体よりも比較的景観の部分的箇所に着目して評価され、魅力度については景観全体に着目されて評価される傾向がある。

4.4 街路景観構成要素とゆらぎ値の関係

16パターンの街路景観CG映像を256x256pixelsの256階調の静止画像に変換し2次元高速フーリエ変換による街路景観解析手法を用いてゆらぎ値を算出した。^(註7) その結果を表7に示す。また建物、樹木、歩道面の1/fゆらぎの有無による各方向ゆらぎ値の変化を図9に示す。矢印は、それぞれゆらぎなし(一定)を起点、1/fゆらぎありを終点として結んだものである。これより歩道面に1/fゆらぎを用いると垂直方向ゆらぎ値は増加し、水平方向ゆらぎ値は減少する傾向がある。垂直方向ゆらぎ値が増加したのは歩道面のゆらぎ模様が街路景観上で細かい要素として作用したためと考えられる。また街路樹配置や建物配置に1/fゆらぎを用いた場合はともに垂直方向ゆらぎ値は減少し、水平方向ゆらぎ値は増加する傾向にある。水平方向ゆらぎ値が増加したのは樹木と建物は街路景観全体の構成を変化させる要因になったためと考えられる。

5. 街路景観の意味構造と景観構成要素の関係

街路景観の意味構造を明確にすることで人の街路景観から受ける

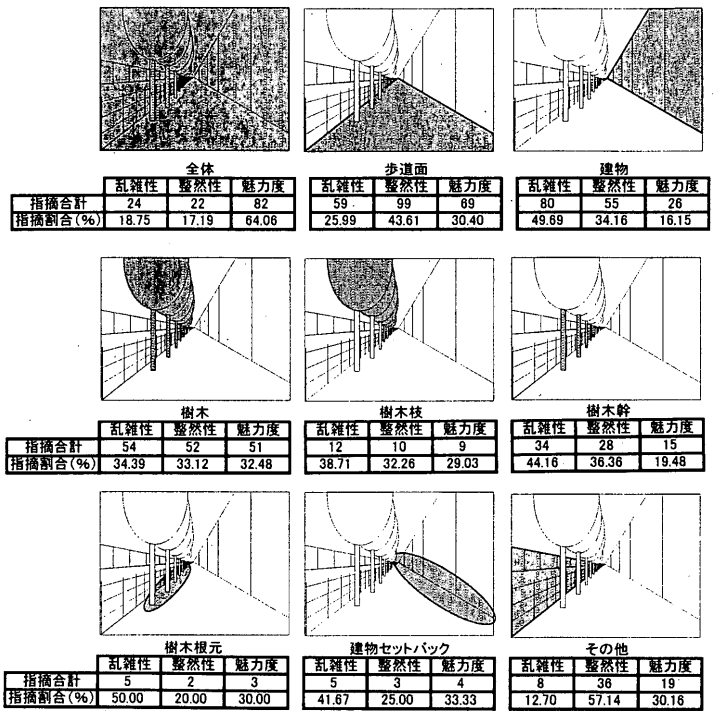


図8 乱雑性・整然性・魅力度の印象を受けた指摘箇所と指摘割合

表7 実験パターン別ゆらぎ値(平均値)

実験パターン	景観構成要素			ゆらぎ値		重相関係数
	建物配置	歩道面模様	街路樹配置	水平方向ゆらぎ値	垂直方向ゆらぎ値	
1	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	-3.55	-2.79	0.80
2	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	一定	-3.53	-2.83	0.80
3	1/fゆらぎ	アスファルト	1/fゆらぎ	-3.35	-2.85	0.79
4	1/fゆらぎ	アスファルト	一定	-3.41	-2.80	0.79
5	一定	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	-3.51	-2.79	0.80
6	一定	1/fゆらぎ	一定	-3.58	-2.75	0.80
7	一定	アスファルト	1/fゆらぎ	-3.37	-2.75	0.78
8	一定	アスファルト	一定	-3.42	-2.78	0.79
9	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	-3.55	-2.85	0.80
10	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	一定	-3.56	-2.82	0.80
11	1/fゆらぎ	アスファルト	1/fゆらぎ	-3.35	-2.85	0.79
12	1/fゆらぎ	アスファルト	一定	-3.35	-2.88	0.79
13	一定	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	-3.56	-2.79	0.80
14	一定	1/fゆらぎ	一定	-3.61	-2.73	0.80
15	一定	アスファルト	1/fゆらぎ	-3.35	-2.88	0.79
16	一定	アスファルト	一定	-3.42	-2.82	0.79

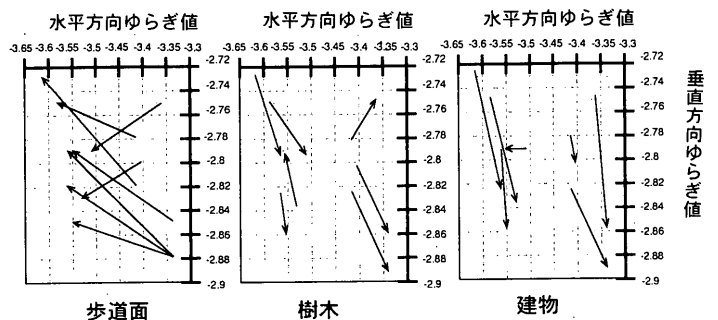


図9 街路景観構成要素の1/fゆらぎの有無によるゆらぎ値の変化

印象の形成過程を示し、今後の街路計画に利用できる街路景観評価モデルの作成を試みた。まず印象評価実験で使用した街路景観CG映像を用いてSD法評価実験を行った。実験は既往研究^{22) 23)}より選定した14形容詞対を用いて7段階評価によりおこなった。実験結果をもとに全形容詞対に対する回答を変量とする因子分析(主因子法)を行った。その結果から表8に示すような「I軸・評価性」「II軸・能動的力量性」「III軸・受動的力量性」の3軸を得た。

街路景観別評価傾向を明らかにするため、評価基準点に基づく因子得点平均値を算出した。^(注8) その結果を図10に示す。

「II軸・能動的力量性」の因子得点は実験パターン1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15で評価基準点より低く、実験パターン2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16で評価基準点より評価が高い。これより「II軸・能動的力量性」は街路樹配置の1/f ゆらぎの有無に大きく影響されていると考えられ。

「III軸・受動的力量性」は全ての実験パターンで評価基準点が高い。特に実験パターン1, 2, 4, 9, 10, 12で評価が高い。これより「III軸・受動的力量性」は建物配置の1/f ゆらぎの有無に影響される傾向にある。

「I軸・評価性」と景観構成要素とは明確な関係は見られなかったが、「I軸・評価性」の因子得点平均値と魅力度との相関関係を求めた。その結果、図11に示すように重相関係数は0.94となり、「I軸・評価性」と魅力度とほぼ同一なものであると考えられる。

街路景観の意味構造と景観構成要素との関係は、図12のようにまとめられる。「I軸・評価性」は魅力度と同様なものであることから、街路景観全体から得られるものであり、景観全体を反映する各方向ゆらぎ値との関係は有効であるといえる。「II軸・能動的力量性」は樹木配置の1/f ゆらぎの有無に影響される。部分的な要素と関係があるためゆらぎ値との関係は有効ではないと考えられる。「III軸・受動的力量性」は建物配置の1/f ゆらぎの有無に影響される。II軸と同様にゆらぎ値との関係は有効ではないと考えられる。

6. 街路景観の評価手法モデルの作成

以上の結果より、ゆらぎ値と魅力度との関係に着目して街路景観の評価手法のモデル化を試みた。図13は、印象評価実験で用いたCG映像16パターンの水平方向ゆらぎ値、垂直方向ゆらぎ値をそれぞれX軸、Y軸上の平面座標にプロットし、それぞれのパターンでの魅力度を高さとして等高線(以下、魅力度等高線)を作成したものである。^(注9) 街路景観の魅力度を高めるには、まず街路景観から各方向別ゆらぎ値を算出し等高線上にプロットする。その位置から魅力度等高線の高くなる方向に向かうように街路景観要素(歩道面、樹木、建物)に1/f ゆらぎを用いればよい。各景観構成要素に1/f ゆらぎを用いたときの各方向別ゆらぎ値の変化は矢印で示す。但し、この矢印は、図9に示す各要素毎のベクトルの平均値である。

ここでは、印象評価実験でのCG映像という特定の条件での街路景観評価手法のモデルを作成して、街路景観の魅力度を向上させるための景観構成要素の操作を試みた。これにより他の景観に関しても同様の手順で街路景観評価が可能となると考えられる。

表8 街路景観評価の意味構造

因子軸	I 軸	II 軸	III 軸
	評価性	能動的力量性	受動的力量性
陽気な - 陰気な	0.933	-0.061	0.115
あざやかな - くすんだ	0.909	-0.035	0.185
暖かい - 冷たい	0.902	-0.048	0.080
好きな - 嫌いな	0.861	0.231	0.085
新しい - 古い	0.792	-0.098	0.118
親しみのある - 疎外感のある	0.714	0.158	0.182
多様な - 一律な	0.671	-0.408	0.183
快い - 不快な	0.421	0.109	0.098
安定した - 不安定な	-0.063	0.783	-0.013
方向感のある - 方向感のない	0.130	0.688	0.084
遠近感のある - 遠近感のない	0.180	0.602	0.079
落ち着いた - 落ち着きのない	-0.153	0.584	0.007
開放的な - 閉鎖的な	0.274	-0.033	0.874
開かれた - 囲まれた	0.157	0.162	0.817
固有値	5.812	2.603	1.428
累積寄与率(%)	41.514	60.109	70.307

実験パターン	景観構成要素			因子得点(平均値)		
	建物配置	歩道面模様	街路樹配置	I 軸・評価性	II 軸・能動的力量性	III 軸・受動的力量性
1	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	○	●	○
2	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	一定	○	○	○
3	1/fゆらぎ	アスファルト	1/fゆらぎ	○	●	○
4	1/fゆらぎ	アスファルト	一定	●	○	○
5	一定	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	○	○	○
6	一定	1/fゆらぎ	一定	○	○	○
7	一定	アスファルト	1/fゆらぎ	○	●	○
8	一定	アスファルト	一定	●	○	○
9	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	○	●	○
10	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	一定	○	○	○
11	1/fゆらぎ	アスファルト	1/fゆらぎ	●	●	○
12	1/fゆらぎ	アスファルト	一定	●	○	○
13	一定	1/fゆらぎ	1/fゆらぎ	○	○	○
14	一定	1/fゆらぎ	一定	○	○	○
15	一定	アスファルト	1/fゆらぎ	○	○	○
16	一定	アスファルト	一定	○	○	○

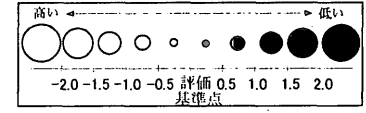


図10 実験パターン別評価傾向

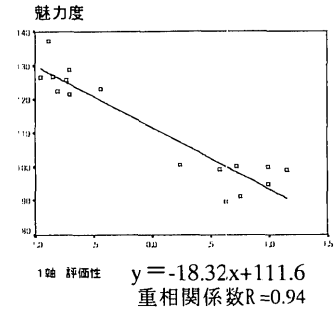


図11 I軸・評価性と魅力度との関係

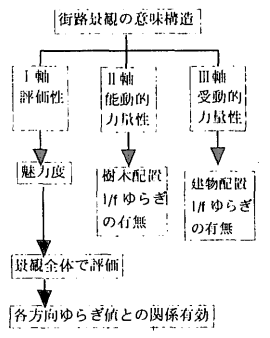
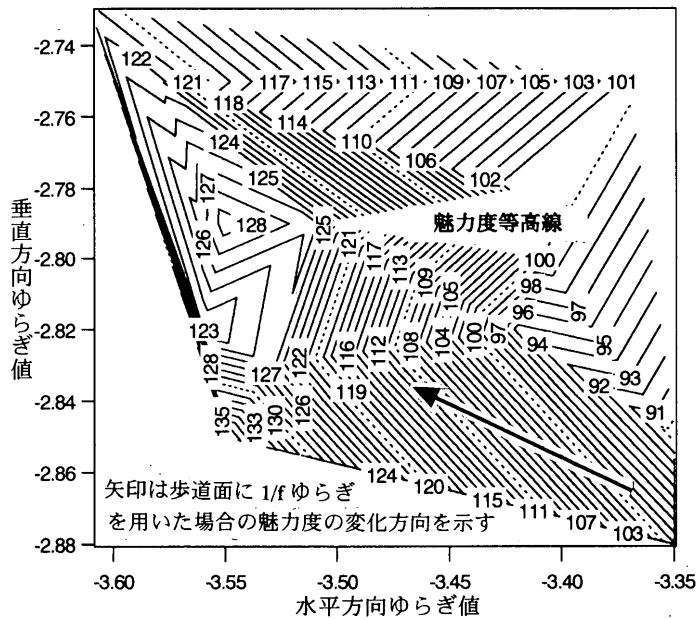


図12 街路景観印象評価の経路



景観構成要素の種類	景観構成要素の 1/f ゆらぎの有無によるゆらぎ値の変化方向
歩道面	
樹木	
建物	

図 13 ゆらぎ値と魅力度との関係

7. まとめ

実際の街路景観写真とCG映像から求めた物理量のゆらぎ値と心理量(乱雑性、整然性、魅力度)との関係をもとめた。街路の機能的類型別のゆらぎ値と心理量との分析から、ゆらぎ値と心理量とは相関がみられ、特にゆらぎ値と魅力度とは高い相関にあることがわかった。また景観構成要素である歩道面、街路樹、建物を変化させたCG映像による実験結果から、魅力度とフーリエ変換によって得られるゆらぎ値との関係をもとに魅力度等高線を作成して街路景観の評価手法のモデル化を試みた。この魅力度等高線から街路景観の魅力度を向上させるための景観構成要素の操作方法を提示した。今後、景観画像からフーリエ変換によって求められるゆらぎ値が魅力ある街路景観計画を立てる上で有効な指標となりうると考えられる。

謝辞

本研究に御協力いただいた、(株)環境デザイン研究所の中川由美子氏、国土交通省国土政策総合研究所環境研究部緑化生態研究室の小栗ひとみ氏、(株)ゆらぎ研究所の武者利光氏、および名古屋工業大学社会開発工学科松本研究室の学生の皆様に謝意を表します。

注

- 注1) 参考文献10)によれば、空間周波数とは、視野の一定方向のそって輝度が周期的に変化する場合に視野の一定の範囲内にはいる明暗の周期の数をいう。すなわち、空間周波数は画像の明暗変化の粗密さを対応する。
- 注2) 一眼レフカメラ(ニコンF4)の標準レンズ(35mm)を用いて撮影した写真を読みとり解像度 150pixels/inch でイメージスキャナーを用いてコンピューターで取り込んだ。写真の中心部分より水平方向 256pixels 部分、垂直方向 128pixels 部分を解析対象範囲とした。
- 注3) フーリエ変換には(株)ヒューリンクスのデータ解析ソフトウェアであるイゴール・プロ(IGOR Pro 日本語版 Ver4)を使用した。
- 注4) 2次元平面の回帰式の算出は、エス・ピー・エスエス(株)のSPSSを用いている。

注5) 街路の類型化は、視覚的側面より街路景観を類型化したもので、社会通念上の街路分類とは異なる。

注6) 乱雑性、整然性、魅力度は、個人的な意味合いや思い入れなどを除いた、街路景観の視覚的側面に着目した評価尺度とし、これらは被験者が個人的に感じる印象である乱雑感、整然感、魅力感を心理量として数量化したものである。実験を行うにあたり、評価は対象空間をみて感覚的におこなうこと、その場所を知っている、愛着があるなどその場所の持つ個人的な意味合いや思い入れは除くように、被験者へ教示をあたえた。乱雑感、整然感、魅力感を以下のように用語を定義して被験者へ教示した。

- 乱雑感: 対象空間全体の雰囲気について、人が視覚を通してうける、
乱雑な印象
- 整然感: 対象空間全体の雰囲気について、人が視覚を通してうける、
整然な印象
- 魅力感: 対象空間全体の雰囲気について、人が視覚を通してうける、
魅力的な印象

注7) 街路景観CG映像(S-VHS 画像)のうち、静止映像(起点)をSONY,DCR-PC110でDV映像として取り込み、画像中心から水平方向256pixels、水平方向256pixelsの範囲を解析対象範囲とした。

注8) 因子分析における因子得点は基準化されてその平均値が0になるように設定されている。したがって、因子得点はサンプルの中での平均より上か下かで+−がつくことになる。データがある方向に偏っていて全てのサンプルで+方向に判断していてもおよそ半分のサンプルで因子得点が−になる場合が生じてくる。そこで、ここでは、評価基準点を定義し、基本的に−評価のサンプルには−に、+評価のサンプルには+評価になるように調整した。計算式は以下のとおりである。

$$F_k = \sum_{i=1}^{n_i} (X_i - \bar{X}_i) W_i / \delta_i$$

- F_k 第k軸の評価基準点
- X_i 評価尺度i項目の midpoint
- \bar{X}_i 評価尺度i項目の平均点

δ_i 評価尺度 i 項目の標準偏差

W_i 第 k 軸 i 項目の因子得点係数

注9) 魅力度等高線は、平面座表上に布置した16点の高さデータをもとに、これらの点で囲まれた領域を三角形領域の集合体と考え、それぞれの三角形領域で、3辺を高さデータで比例配分して作成した。

(本論文に関する既発表論文)

* 1) 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, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp1037-1038, 2001.9

参考文献

- 1) 亀井栄治: 景観のゆらぎ特性に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第449号, pp101-108, 1993.3
- 2) 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・整然性に関する研究—その1—, 日本建築学会計画系論文報告集第429号, pp73-82, 1991.11
- 3) 松本直司, 高井智代: 個人差をふまえた街路景観の乱雑・整然性および魅力度の関連—中心市街地における乱雑・整然性に関する研究—その2, 日本建築学会計画系論文報告集第440号, pp89-98, 1992.10
- 4) 瀬田恵之, 松本直司, 青野文見, 河野俊樹, 武者利光: ゆらぎ理論に基づく街路樹と建物の変化が街路景観の乱雑・整然性及び魅力度に与える影響—中心市街地における乱雑・整然性に関する研究—その3—, 日本建築学会計画系論文報告集第561号, pp181-188, 2002.11
- 5) 田邊淳也, 松本直司, 瀬田恵之, 河野俊樹, 武者利光, 小栗ひとみ: 歩道空間における路面パターンの変化が人の印象に与える影響について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp803-804, 1999.9
- 6) 早水研太, 後藤春彦: 街路シークエンス景観の定量的記述手法に関する研究, ゆらぎを用いた街路景観特徴記述法の考案及び有効性の検証, 日本建築学会計画系論文報告集第502号, pp155-162, 1997.12
- 7) 吉成晃, 三浦裕二: 景観材料のゆらぎ特性に関する研究, 土木学会第49回年次学術講演会, pp994-995, 1994.9
- 8) 武者利光: ゆらぎの発想, NHK出版, 1994.3
- 9) 小栗ひとみ, 安田佳哉: 1/f ゆらぎによる歩道の快適性向上効果に関する分析, 土木学会土木計画学研究・講演集, No.23(1), 2000年11月
- 10) 大山正, 今井省吾, 和気典二編: 新編 感覚・知覚 心理学ハンドブック, 誠信書房, pp559-561, 1994.1

(2002年10月10日原稿受理, 2003年4月22日採用決定)