

# 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 —

## THE INFLUENCE OF THE STREET TREES AND THE BUILDINGS WITH THE FLUCTUATION THEORY UPON DISORDER, REGULARITY AND ATTRACTION OF THE STREETSCAPES

Studies of disorder and regularity in the central business district Part 3

瀬田 恵之\*, 松本直司\*\*, 青野文晃\*\*\*, 河野俊樹\*, 武者利光\*\*\*\*

*Shigeyuki SETA, Naoji MATSUMOTO, Fumiaki AONO,  
Toshiki KOHNO and Toshimitsu MUSYA*

The purpose of the present study is to clear the relation between street trees and the buildings with the fluctuation theory and disorder, regularity, and attraction of the street space. We made the experiments, using the visual simulator which enable us to observe scale models from eye level. As a result, we cleared the influence of street trees and the buildings planed by the fluctuation upon disorder, regularity, and attraction. And disorder, regularity, and attraction could be estimated by the change of the street trees and the buildings.

**Keywords :** *streetscape, attraction, disoreder and regularity, fluctuation, street trees, buildings*

街路景観, 魅力度, 乱雑・整然性, ゆらぎ, 街路樹, 建物

### 1. 研究の背景と目的

街路は、建物、樹木、看板、路面、自転車などの様々な要素で構成されている。これらの複数の要素の種類や並べ方などの存在状況が相互に関連して街路空間の乱雑・整然性を決定すると考えられる。またそれらの要素の数、空間における分布状況、見え方、位置などにより乱雑・整然性の程度が左右されると考えられる。

要素を不規則に並べれば乱雑要素になり、規則的に並べれば整然要素になるという両面性を持つ。

魅力的な街路景観を作り出す1つの方法は、要素の形状や並べ方に整然性のもつ規則正しさ、単調さと乱雑性のもつ複雑さ、意外性など適度な形態変化をあたえることである。

筆者らは既往研究<sup>1) 2)</sup>の中で、建物、道路、電柱などの物的要素の高さ、間隔、幅を一定の場合、一定でない場合に分類したり、それらの配置形態を直線と曲線に分類したりして形態変化を与えて乱雑・整然性、魅力度による影響との関連性を検討してきた。

山岸ら<sup>3) 4)</sup>は、個々の建物について建物高さ、幅をそれぞれ独立に一様乱数によって決定した直方体の抽象化モデルを直線上にならべる方法で、街路景観の視覚的な変化に不規則性を与えている。

いずれにしろこれらの形態変化の与え方は、要素変化の規則性や複雑さを定量化する方法として最適なものとはいえない。

本研究では、街路空間の要素変化の形態的特徴を表現する指標として「ゆらぎ理論」に着目した。「ゆらぎ理論」は形態変化のスペクトル分解によりその定量化を可能とするものである。

「ゆらぎ理論」を用いて街路空間要素の変化と、街路の乱雑・整然性および魅力度の関係を定量的に明確化できれば、これまで感覚的な判断に頼ることの多かった街路の景観計画や都市計画へ応用が期待できるという点で非常に有効であり、今後の魅力ある街づくりのための、いくつかの原則が提案できると考えられる。

亀井ら<sup>5)</sup>の研究では都市景観のスカイラインの形態の特徴をゆらぎにより定量的に解析評価し、快適性ととの相関を得ているが、スカイラインを構成する要素である建物の高さや並べ方にゆらぎを適用したものではない。本研究は、街路空間の物的要素の形態変化に「ゆらぎ理論」を用いた模型実験を行い、ゆらぎと街路景観の乱雑・整然性および魅力度との関係を明らかにするを目的とする。

### 2. 乱雑・整然性要素の抽出と分類

前稿(その2)<sup>7)</sup>では、街路景観の評価実験の評価対象場面として全国の主要都市(東京、横浜、名古屋、大阪、京都、神戸)で撮影した街路景観写真(80場面)を選定している。それらをもとに抽出された主な乱雑・整然要素を、その街路構成の内容と、視覚的形態の2つの観点から分類を行った。分類された要素毎の面積算定を行い、乱雑・整然指摘面積率<sup>8) 9)</sup>を用いて数量化した。

分類された要素を、乱雑・整然指摘面積率と共に表1に示す。指摘面積率は、その要素自体の乱雑・整然性の強さの数量化を可能にするものである。

街路空間の物的要素はその形態により面的要素、立体的要素、線

\* 飛鳥建設技術研究所 工修

\*\* 名古屋工業大学社会開発工学科 教授・工博

\*\*\* 名邦テクノ 工修

\*\*\*\* ゆらぎ研究所 理博

Research Institute of Technology, Tobishima Corporation, M. Eng.  
Prof., Dept. of Architecture, Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.  
Meiho Techno Corporation, M. Eng.  
Institute of Fluctuation Phenomena, Inc., Dr. Sci.

的要素の3つに分類され、その構成内容で基本形態構成物、付加物、移動物に分類される。

面的要素では、基本形態構成物で整然要素として、付加物で乱雑要素として指摘面積率が高い。立体的要素では、基本形態構成物で整然要素、移動物で乱雑要素として指摘面積率が高くなっている。また、線的要素は乱雑性が高い。

本研究では、これらの中で、魅力ある街路空間の構成に不可欠な基本形態構成物の面的要素と立体的要素に注目した。面的要素は建物、道路、塀などの街路の最も基本となる要素である。立体的要素は、街路樹、樹木、植え込みなど、街路計画において簡単な操作により魅力度を効果的に変化させる要素である。

付加物、移動物は基本形態構成物に付属する要素であり、街路の乱雑・整然性及び魅力度を大きく変化させる要素であるが、その形態、組み合わせは多種多様であり、モデル化を行うことは困難と考えられるため、本研究では捨象した。

表1 乱雑・整然要素と指摘面積率

形態要素	構成要素	要素	乱雑	整然
面的要素	基本形態	建物	7.4	19.0
		塀	3.1	39.9
		車道	0.5	28.4
		歩道	1.9	52.8
		道路	1.6	38.5
付加	付加	壁看板 袖看板	14.7 34.0	5.4 4.9
		指摘面積率=100× 各要素指摘面積の被験者合計 各要素全面積×被験者数		
線的要素	基本形態	庭木	7.3	15.9
		街路樹	9.6	37.6
		植込み	2.6	30.4
	移動	駐車車両	13.9	0.9
		自転車・バイク	37.5	0.5
	付加	電柱	51.8	0.5
		電線	24.1	1.6
線	電線	28.4	0.2	
	標識 街灯	3.1	14.8	

### 3. ゆらぎの種類とその数量化

ゆらぎ<sup>9)</sup>は、そのスペクトル特性により大きく白色ゆらぎ、 $1/f^2$ ゆらぎ、 $1/f$ ゆらぎの3種類に分けられ、それぞれ次のような特徴を持っている。

白色ゆらぎ：変化が全くランダムで、「意外性が高い」。

$1/f^2$ ゆらぎ：変化が単調で意外性が小さく「規則性が高い」。

$1/f$ ゆらぎ：白色ゆらぎと $1/f^2$ ゆらぎのちょうど中間の性質を持つゆらぎであり、その変化が「適度な意外性と規則性を持つ」。

ゆらぎの動的な性質を統計的に表現する方法として、パワー・スペクトル密度を用いた表現方法がある。<sup>10)</sup>

白色ゆらぎ、 $1/f$ ゆらぎ、 $1/f^2$ ゆらぎのパワー・スペクトルを求め、縦軸にパワー・スペクトル、横軸に周波数をとり、両対数グラフにしたものを図1に示す。グラフの傾きが急な程、単調であり「規則性が高い」ゆらぎであり逆に、グラフの傾きが緩くなる程、デタラメであり「意外性が高い」ゆらぎになる。

白色ゆらぎ、 $1/f$ ゆらぎ、 $1/f^2$ ゆらぎのスペクトルは、それぞれ白色スペクトル、 $1/f$ スペクトル、 $1/f^2$ スペクトルより求められる。白色スペクトルは、周波数とパワー・スペクトルとの間に相関が見られない、まったくランダムなスペクトルである。このスペクトルは理想乱数列により求めることができる。<sup>11)</sup>

理想乱数列を1回積分して得られたスペクトルは、 $1/f^2$ に比例する。理想乱数列を2回積分すると $1/f$ に比例するスペクトルが得られる。したがって、理想乱数列をn回積分すると $1/f^{2-n}$

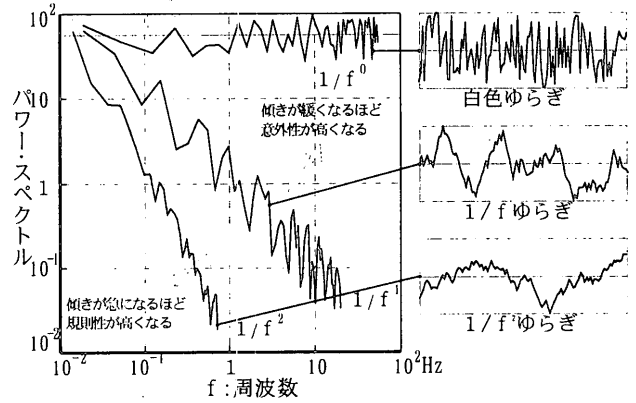


図1 ゆらぎ波形とパワースペクトル

に比例するスペクトルが求められる。つまり $1/f$ に比例するスペクトルをもつ時系列を作り出すには、理想乱数列を $1/2$ 回だけ積分すればよい。 $1/2$ 回積分は以下の式により導く事ができる。

微分法の公式より、n回微分は(1)式により表される。

$$\frac{d^n x(t)}{dt^n} = \Delta^n X_m = \delta^{-n} \sum_{r=0}^n {}_n C_r (-1)^r X_{m-r}$$

$$= \delta^{-n} \sum_{r=0}^n \frac{n(n-1)\dots(n-r+1)}{r!} (-1)^r X_{m-r} \dots (1)$$

$\delta$ ：離散化した時間間隔

$n = -n$ とすると、(2)式が得られ、この式はn回積分を表す。

$$\Delta^{-n} X_m = \delta^n \sum_{r=0}^n \frac{n(n+1)\dots(n+r-1)}{r!} X_{m+r} \dots (2)$$

$n = 1$ を代入すると、1回積分を表す(3)式が得られる。

$$\Delta^{-1} X_m = \delta(X_m + X_{m+1} + X_{m+2} + \dots) \dots (3)$$

同様に $n = 1/2$ を代入すると、 $1/2$ 回積分を表す(4)式が得られる。

$$\Delta^{-1/2} X_m = \delta^{1/2} (X_m + \frac{1}{2 \cdot 1!} X_{m+1} + \frac{1 \cdot 3}{2^2 \cdot 2!} X_{m+2} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2^3 \cdot 3!} X_{m+3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2^4 \cdot 4!} X_{m+4} + \dots) \dots (4)$$

式(3)(4)に理想乱数列を代入して得られた数列が、 $1/f^2$ スペクトル、 $1/f$ スペクトルの時系列になっている。

### 4. 街路樹と建物の変化と乱雑・整然性及び魅力度

#### 4.1 実験内容

本研究では、以下の3つの実験を行った。

- 実験1：街路樹の配置、高さ、間隔のみを変化させ、建物の配置、高さは一定としたモデル実験
- 実験2：建物の配置、高さ、間隔のみを変化させ、街路樹の配置、高さ、間隔は一定としたモデル実験
- 実験3：街路樹（配置と間隔）と建物（配置、高さ）の両方を変化させ、その他は一定としたモデル実験

#### 1) 設定条件

(街路樹)

本研究では視覚形態にのみ、注目しているため、樹木であることが認識される程度の卵球形に剪定されている高木を想定してモデル化した。建物や道路のボリュームについても、視覚的に認識できる程度の簡略化したモデルとした。

(建物)

建物模型は、白色スタイロフォームを直方体に切断したもので、表面には窓、ベランダなどを作成せず単純な形態にした。

(歩道、道路)

ゆらぎによる配置変化を十分認識できる植栽幅員を確保するため、歩道の通路幅員を 5.5 m、植栽幅員を 4.5m とした。歩道幅員は通路幅員と植栽幅員を合わせた 10 m である。道路幅員は、「道路構造令の解説と運用」(日本道路協会)を参考に、車道部(幅員 30 m)とその両側に幅 10 m の歩道を想定し 50 m と設定した。

道路の長さは、VTR映像の提示時間(60 秒間)と一般的な歩行速度の関係から 120 m とした。

表 3 実験方法

実験	実験 1	実験 2	実験 3
評価対象	縮尺: 1/100の街路空間模型		
提示方法	ビジュアルシミュレータでの撮影によるVTR映像		
提示装置	29インチモニター(SONY 対応カラーテレビ KV-29ST10) × 2		
評価方法	マグニチュード推定法(ME法)		
標準刺激	街路樹配置(Pt): 1/f ゆらぎ 街路樹高さ(Ht): 白色ゆらぎ 街路樹間隔(St): 1/f ゆらぎ	建物配置(Pc): 一定 建物高さ(Hc): 一定(1.4m) 建物間口(Sc): 基準(10m)	街路樹配置(Pt): 一定 街路樹間隔(Ht): 10m 建物配置(Pc): 一定 建物高さ(Hc): 一定(1.4m)
評価パターン数	7.9パターン	4.7パターン	6.3パターン
提示時間	4.5秒/パターン	6.0秒/パターン	6.0秒/パターン
被験者数	15名(名古屋工業大学学部生、大学院生)、3名×5グループで実験		
実験日時	平成8年10月14日13時~17時 15日10時~17時	平成8年11月5~8日 10時~17時	平成10年10月26日13~17時 27日13時~19時
実験場所	名古屋工業大学1号館505教室	同共同研究ビル共同研究室2	同共同研究ビル共同研究室2

表 2 実験パターン

実験種類	実験 1	実験 2	実験 3	
街路樹の変化パターン	配置(Pt)	①一定 ② 1/f ゆらぎ(0-1.5m) ③ 1/f ゆらぎ(0-1.5m) ④ 白色ゆらぎ(0-1.5m)	一定 (植栽部中央に等間隔に配置)	①一定 ② 1/f ゆらぎ(0m-1.5m) ③ 1/f ゆらぎ(0m-1.5m) ④ 白色ゆらぎ(0m-1.5m)
	高さ(Ht)	①一定(8m) ② 1/f ゆらぎ(5-11m) ③ 1/f ゆらぎ(5-11m) ④ 白色ゆらぎ(5-11m)	一定(10m)	一定(10m)
	間隔(St)	①一定(狭い:4m) ②一定(広い:8m) ③ 1/f ゆらぎ(4-8m) ④ 1/f ゆらぎ(4-8m) ⑤ 白色ゆらぎ(4-8m)	一定(10m)	①一定(狭い:5m) ②一定(広い:10m)
	建物の変化パターン	一定(0m)	①一定 ② 1/f ゆらぎ(0-4m) ③ 1/f ゆらぎ(0-4m) ④ 白色ゆらぎ(0-4m)	①一定 ② 1/f ゆらぎ(0-4m) ③ 1/f ゆらぎ(0-4m) ④ 白色ゆらぎ(0-4m)
	高さ(Hc)	一定(31m)	①一定(14m) ② 1/f ゆらぎ(7-31m) ③ 1/f ゆらぎ(7-31m) ④ 白色ゆらぎ(7-31m)	①一定(低い:14m) ②一定(高い:31m)
間口(Sc)		①一定(狭い:5m) ②一定(基準:10m) ③一定(広い:15m)	一定(10m)	
道路	車道幅: 30m(4車線) 歩道幅(D): 片側 10m(通路幅員(D1): 5.5m、植栽幅員(D2): 4.5m)			
Pc: 建物配置のゆらぎ幅は既往研究より最大 4m に設定した。 Hc: 建物高さのゆらぎ幅は名古屋市内での事例を参考に上限 31m、下限を 7m(2階建て相当)とした。基準高さは 1.4m(4階建て相当)とし高さは 0.5m 単位で設定した。				

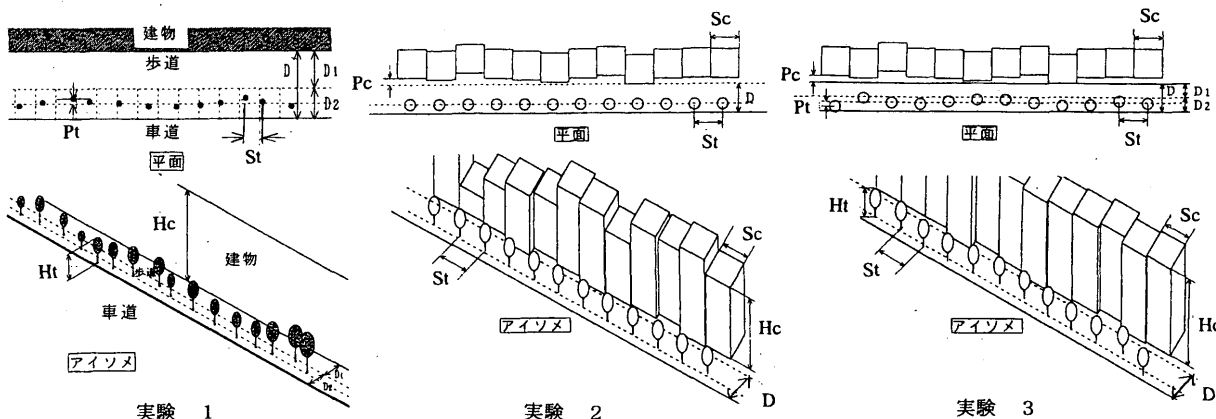


図 2 街路空間モデル

2) 実験パターン

実験 1 では、街路樹配置 4 パターン×街路樹高さ 4 パターン×街路樹間隔 5 パターンの合計 80 パターンを選定した。実験 2 では建物配置 4 パターン×建物高さ 4 パターン×建物間口 3 パターン合計 48 パターンとした。実験 3 では街路樹配置 4 パターン×街路樹間隔 2 パターン×建物配置 4 パターン×建物高さ 2 パターンの合計 64 パターンを選定した。表 2 に実験パターンを示す。

3) 実験方法

モデル実験での評価対象は、縮尺 1/100 の街路空間の模型とビジュアルシミュレータ<sup>10)</sup>を使用して歩道通路部の中央を歩いていると想定して撮影したVTR映像である。実験は、2台のTVモニターを使用し評価の基準となる標準刺激と被験者グループ毎にランダムな順番にした比較刺激とを被験者に提示する形とした。評価方法

はマグニチュード推定法(ME法)とし被験者に街路空間全体の雰囲気から受ける乱雑感、整然感、魅力感について標準刺激を 100 とした場合の比較刺激の評価値(ME値)を回答してもらった。<sup>11)</sup>

実験方法を表 3 に、街路空間モデルを図 2 に示す。

4) 評価値の処理

実験パターンごとに被験者 15 人分の乱雑性、整然性、魅力度の各評価値の幾何平均値を算出し、評価値の代表値とした。

4.2 街路樹の変化と乱雑・整然性および魅力度との関連

実験 1 の結果を図 3 に示す。幾何平均値を記号化して示した。街路樹配置の変化が 1/f ゆらぎと白色ゆらぎの場合に乱雑性が高く、一定と 1/f ゆらぎの場合は整然性が高い傾向にある。乱雑性と整然性はほぼ反対の傾向を示している。魅力度は、街路樹の配置、高さ、間隔の組合せによって異なっている。これは、異なる

ゆらぎが混在し、ゆらぎの組合せによってその影響も異なっているためと考えられる。

(乱雑・整然性および魅力度の予測)

街路樹と乱雑・整然性及び魅力度の関係を探るために、乱雑性、

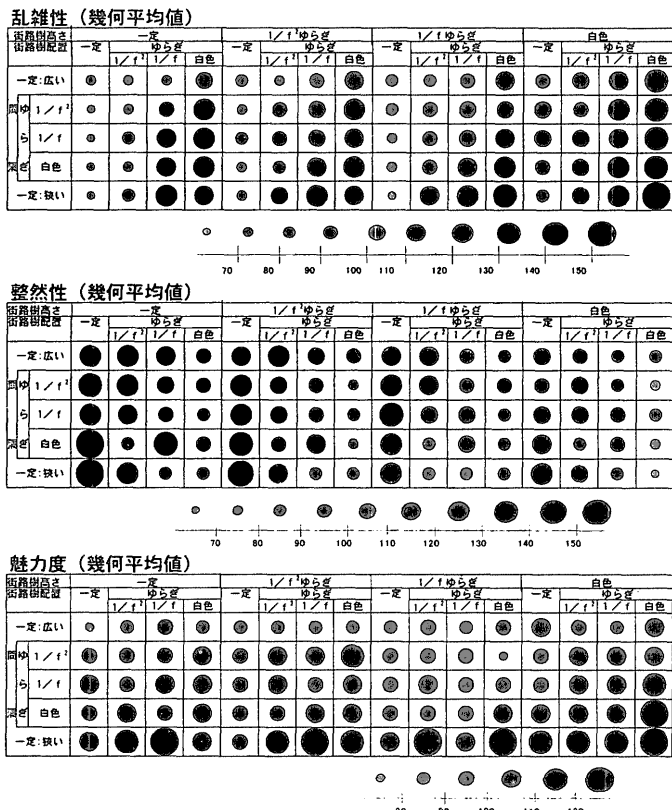


図3 街路樹の変化と乱雑・整然性及び魅力度

表4 街路樹の物的要素と乱雑・整然性及び魅力度

要因アイテム	カテゴリー	例数	カテゴリ数	範囲	偏相関係数	重相関係数	定数項
乱雑性	配置	一定	20	-0.109	0.205	0.89	0.91
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	20	-0.032			
		1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	20	0.044			
		白色ゆらぎ	20	0.096			
	高さ	一定	20	-0.047	0.104	0.68	
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	20	-0.006			
		1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	20	-0.003			
		白色ゆらぎ	20	0.056			
	間隔	狭い(4m)	16	0.016	0.034	0.26	
		基準(6m付近)	48	0.001			
		広い(8m)	16	-0.018			
	整然性	配置	一定	20	0.089	0.171	0.87
1/f <sup>2</sup> ゆらぎ			20	0.033			
1/f <sup>1</sup> ゆらぎ			20	-0.041			
白色ゆらぎ			20	-0.081			
高さ		一定	20	0.040	0.093	0.66	
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	20	0.006			
		1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	20	0.002			
		白色ゆらぎ	20	-0.048			
間隔		狭い(4m)	16	-0.004	0.014	0.13	
		基準(6m付近)	48	-0.002			
		広い(8m)	16	0.010			
魅力度		配置	一定	20	-0.021	0.039	0.47
	1/f <sup>2</sup> ゆらぎ		20	0.003			
	1/f <sup>1</sup> ゆらぎ		20	-0.001			
	白色ゆらぎ		20	0.019			
	高さ	一定	20	-0.011	0.037	0.48	
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	20	0.000			
		1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	20	-0.013			
		白色ゆらぎ	20	0.024			
	間隔	狭い(4m)	16	0.053	0.103	0.78	
		基準(6m付近)	48	-0.001			
		広い(8m)	16	-0.050			

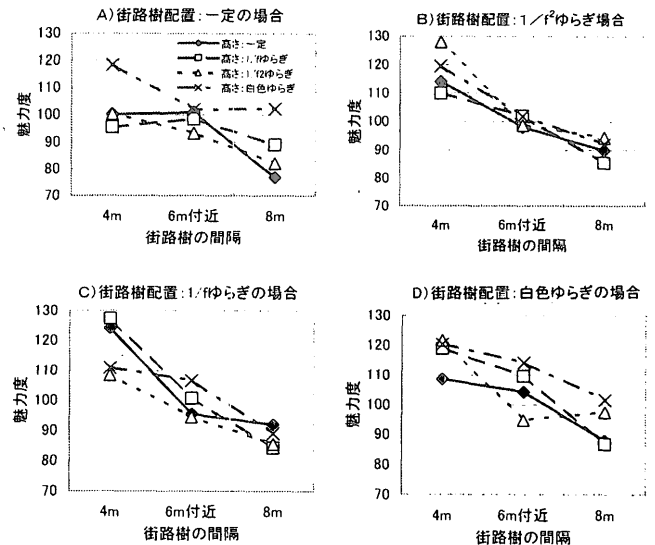


図4 街路樹配置別魅力度の評価傾向

整然性、魅力度について実験パターン毎の幾何平均値の対数を目的変数に、街路樹の配置、高さ、間隔を説明変数とし、数量化I類分析を行った。その結果を表4に示す。

範囲の大きさからみて乱雑性、整然性ともに街路樹の配置と高さの影響が大きい。街路樹配置の影響の度合いは街路樹高さの影響の約2倍である。

一方、魅力度は、逆に街路樹間隔の影響が大きく、その度合いは街路樹の配置や高さの影響の2倍以上ある。

表5 建物の変化と乱雑性、整然性、魅力度の幾何平均値

NO.	建物間口	建物配置	建物高さ	乱雑性	整然性	魅力度
1	狭い(5m)	一定	一定	100.46	99.87	100.63
2			1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	100.32	101.87	95.08
3			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	103.44	101.88	93.16
4			白色ゆらぎ	109.89	92.72	99.46
5		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	一定	113.88	94.58	110.83
6			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	110.69	91.85	109.2
7			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	119.32	80.82	105.91
8			白色ゆらぎ	143.21	65.34	111.94
9		1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	一定	125.52	86.01	107.39
10			1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	127.82	75.27	95.42
11			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	117.13	91.49	105.89
12			白色ゆらぎ	135.98	73.07	109.39
13		白色ゆらぎ	一定	134.85	77.99	106.02
14			1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	134.78	74.8	99.63
15			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	123.88	84.54	98.44
16			白色ゆらぎ	124.85	80.31	103.38
17				100	100	100
18	基準(10m)	一定	1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	107.9	92.59	97.69
19			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	102.18	97.69	94.72
20			白色ゆらぎ	109.05	93.86	103.16
21			一定	112.41	86.86	104.26
22		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	115.95	82.11	98.85
23			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	117.89	81.45	96.02
24			白色ゆらぎ	128.29	73.56	98.82
25			一定	140.87	67.94	104.6
26		1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	139.02	67.05	95.79
27			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	122.42	77.93	94.66
28			白色ゆらぎ	159.03	57.14	102.94
29			一定	120.37	86.13	105.99
30		白色ゆらぎ	1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	140.88	75.65	99.03
31			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	133.13	70.98	106.55
32			白色ゆらぎ	124.22	80.55	98.48
33			一定	100.13	99.66	100.29
34		広い(15m)	一定	1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	111.71	93.95
35	1/f <sup>1</sup> ゆらぎ			103.42	100.23	98.09
36	白色ゆらぎ			106.58	92.57	102.1
37	一定			112.04	89.43	103.34
38	1/f <sup>2</sup> ゆらぎ		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	116.01	83.87	101.02
39			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	117.83	84.28	102.95
40			白色ゆらぎ	117.33	88.42	98.9
41			一定	117.33	87.1	110.29
42	1/f <sup>1</sup> ゆらぎ		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	122.79	77.05	93.83
43			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	119.93	84.74	100.85
44			白色ゆらぎ	123.62	77.43	94.91
45			一定	134.29	69.6	96.59
46	白色ゆらぎ		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	148.77	62.52	98.82
47			1/f <sup>1</sup> ゆらぎ	127.84	75.11	100.68
48			白色ゆらぎ	137.43	65.42	93.01

重相関係数は乱雑性で 0.91、整然性で 0.89、魅力度で 0.82 と高く、街路樹の配置、高さ、間隔の 3 アイテムで乱雑性、整然性、魅力度それぞれの予測が十分に可能である。カテゴリ数量の大きさから見ると、乱雑性は、街路樹の配置と高さを白色ゆらぎとし、街路樹間隔を狭くすれば高くなると予測される。整然性は、街路樹の配置と高さを一定にし、街路樹間隔を広くすれば高くなると予測される。魅力度は、街路樹の配置と高さを白色ゆらぎとし、街路樹間隔を狭くすれば高くなると予測される。

(ゆらぎ特性と魅力度の関係)

街路樹の配置と高さのゆらぎが魅力度に及ぼす影響を探るため、街路樹の配置と高さのゆらぎの種類別に、街路樹間隔と魅力度との関係を図 4 に示した。

街路樹配置が一定では、街路樹高さに白色ゆらぎを用いた場合に最も魅力度が高くなる。街路樹配置が  $1/f^2$  ゆらぎ、 $1/f$  ゆらぎの場合は、街路樹高さに関係なく、街路樹間隔が狭いほど魅力度が高い傾向が見られる。また、街路樹配置が白色ゆらぎでは、街路樹間隔が狭いときに魅力度は高いが、それ以外では、明確な傾向は見えない。

4.3 建物の変化と乱雑・整然性及び魅力度

実験 2 の結果を表 5 に示す。

乱雑性は、建物配置の変化が  $1/f$  ゆらぎ、白色ゆらぎの場合、高くなり、整然性は、建物配置が一定、 $1/f^2$  ゆらぎの場合に高くなる。乱雑性と整然性ではほぼ反対の傾向にある。しかし建物高さについては建物配置に比べて明確な差異はみられない。

魅力度は、建物高さや建物配置との組合せによってそれぞれ異なっている。建物間口のの違いによる魅力度の差異も明確な傾向が見られない。建物間口、建物配置や高さなどの違いにより、ゆらぎと魅力度の間に複雑な関係が存在すると考えられる。

(乱雑・整然性および魅力度の予測)

建物の物的変数と街路の乱雑・整然性及び魅力度との関係を知るために、実験パターン毎の幾何平均値の対数を目的変数、建物の間口、配置、高さの物的変数を説明変数として、数量化 I 類分析を行った。その結果を表 6 に示す。

範囲の大きさから見て乱雑性、整然性とも建物配置の影響が最も大きい。建物配置の影響は建物高さの影響の約 2~3 倍となっている。建物間口の影響は建物配置や建物高さにくらべて小さい。魅力度は建物配置と建物高さの影響が建物間口に比べて大きい。建物配置と建物高さの影響の強さは同程度である。

重相関係数は乱雑性で 0.86、整然性で 0.82 と高く、魅力度で 0.64 でやや低い。乱雑性、整然性の予測は配置、高さ、間口の 3 つのアイテムで十分に可能である。乱雑性は、建物の配置と高さが  $1/f$  ゆらぎまたは白色ゆらぎのような「変化の意外性が強い」場合に高くなると予測される。整然性は、建物の配置、高さが一定または  $1/f^2$  ゆらぎのような「変化の規則性が高い」場合に高くなると予測される。

(ゆらぎ特性と魅力度の関係)

ゆらぎの種類の違いによる街路の魅力度の評価傾向を見るため、建物配置と建物高さとの組合せで分類し間口と魅力度との関係を図 5 に示した。

表 6 建物の物的要素と乱雑・整然性及び魅力度

要因アイテム	カテゴリ	例数	カテゴリ数量	範囲	偏相関係数	重相関係数	定数項	
乱雑性	配置	一定	12	-0.062	0.101	0.85	0.86	2.081
		$1/f^2$ ゆらぎ	12	-0.007				
		$1/f$ ゆらぎ	12	0.022				
		白色ゆらぎ	12	0.039				
	高さ	一定	12	-0.013	0.032	0.48		
		$1/f^2$ ゆらぎ	12	0.006				
		$1/f$ ゆらぎ	12	-0.013				
		白色ゆらぎ	12	0.019				
	間口	狭い(5m)	16	-0.003	0.011	0.20		
		基準(10m)	16	0.007				
		広い(15m)	16	-0.004				
	整然性	配置	一定	12	0.071	0.113		
$1/f^2$ ゆらぎ			12	0.004				
$1/f$ ゆらぎ			12	-0.034				
白色ゆらぎ			12	-0.041				
高さ		一定	12	0.021	0.047	0.49		
		$1/f^2$ ゆらぎ	12	-0.009				
		$1/f$ ゆらぎ	12	0.015				
		白色ゆらぎ	12	-0.027				
間口		狭い(5m)	16	0.014	0.027	0.31		
		基準(10m)	16	-0.014				
		広い(15m)	16	0.000				
魅力度		配置	一定	12	-0.010	0.021	0.42	0.64
	$1/f^2$ ゆらぎ		12	0.011				
	$1/f$ ゆらぎ		12	0.001				
	白色ゆらぎ		12	-0.002				
	高さ	一定	12	0.014	0.024	0.48		
		$1/f^2$ ゆらぎ	12	-0.010				
		$1/f$ ゆらぎ	12	-0.005				
		白色ゆらぎ	12	0.002				
	間口	狭い(5m)	16	-0.009	0.015	0.38		
		基準(10m)	16	-0.004				
		広い(15m)	16	-0.006				

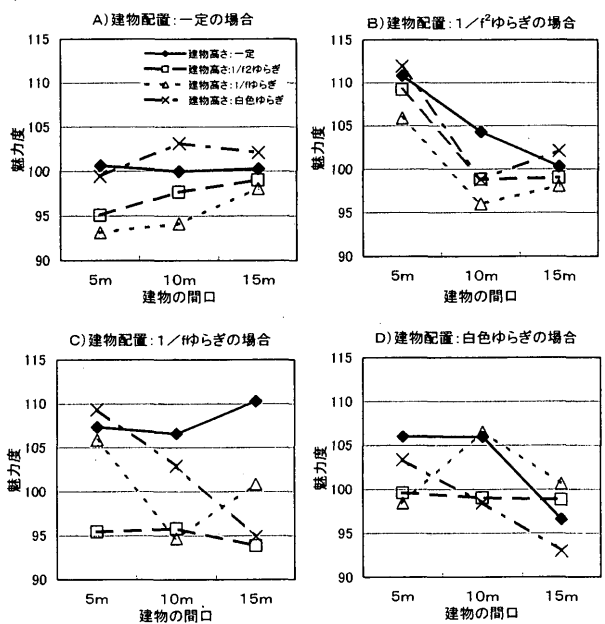


図 5 建物配置別魅力度の評価傾向

- ①建物配置が一定の場合、建物間口のの違いによる、魅力度の差異は他の配置変化の場合に比べて小さい。
- ②建物配置が  $1/f^2$  ゆらぎの場合、建物間口が狭い(5m)のときに魅力度が高くなり、それ以外では低下する。
- ③建物配置が  $1/f$  ゆらぎまたは白色ゆらぎの場合、建物高さが白色ゆらぎのときに間口が狭いほど魅力度は向上する。また建物高さが一定のときは間口の広さに関係なく高い魅力度が得られる。

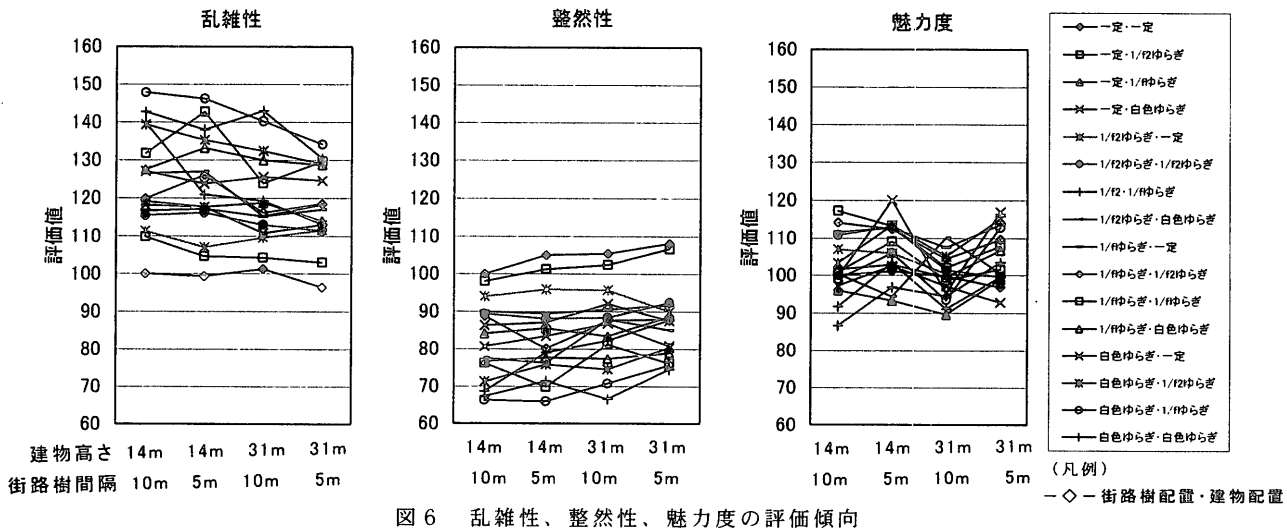


図6 乱雑性、整然性、魅力度の評価傾向

4.4 街路樹、建物の変化と乱雑・整然性及び魅力度

街路樹と建物の両方を変化させた場合の実験3の結果を図6に示す。建物高さや街路樹間隔の組合せ毎の評価値(ME値)を図示した。

実験1, 2の結果と同様に乱雑性と整然性はほぼ反対の傾向を示しているが、乱雑性のME値はどの実験パターンでもほぼ100以上で標準刺激の基準値を超えている。ゆらぎを導入すると乱雑性が高まる。また、整然性のME値は逆にほとんどの場合、100以下となりゆらぎを導入すると整然性が低下する傾向にある。魅力度のME値はほとんどのパターンで90~120の間にある。魅力度はゆらぎの種類により上昇したり低下したりする傾向にある。

(乱雑性、整然性、魅力度の予測)

乱雑性、整然性、魅力度について各実験パターン毎の幾何平均値の対数を目的変数とし、街路樹間隔、街路樹配置、建物高さ、建物配置の物的変数を説明変数として、数量化I類分析を行った。その結果を表7に示す。

範囲の大きさから判断して乱雑性、整然性ともに街路樹配置、建物配置の影響が強く、街路樹間隔、建物高さの影響は、小さいとい

表7 街路樹・建物の物的要素と乱雑・整然性及び魅力度

要因アイテム	カテゴリー	例数	カテゴリ-数量	範囲	偏相関係数	重相関係数	定数項				
乱雑性	街路樹配置	一定	16	-0.045	0.092	0.94	0.96	2.083			
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	16	-0.015							
		1/fゆらぎ	16	0.013							
		白色ゆらぎ	16	0.047							
	建物配置	一定	16	-0.032	0.057	0.87					
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	16	-0.011							
		1/fゆらぎ	16	0.025							
		白色ゆらぎ	16	0.017							
	街路樹間隔	狭い(5m)	32	-0.003	0.005	0.20					
		広い(10m)	32	0.003							
		建物高さ	低い(14m)	32	0.008	0.017			0.55		
			高い(31m)	32	-0.008						
整然性	街路樹配置	一定	16	0.052	0.106	0.92	0.95	1.924			
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	16	0.010							
		1/fゆらぎ	16	-0.009							
		白色ゆらぎ	16	-0.053							
	建物配置	一定	16	0.043	0.079	0.89					
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	16	0.019							
		1/fゆらぎ	16	-0.036							
		白色ゆらぎ	16	-0.026							
	街路樹間隔	狭い(5m)	32	0.003	0.006	0.19					
		広い(10m)	32	-0.003							
		建物高さ	低い(14m)	32	-0.010	0.020			0.52		
			高い(31m)	32	0.010						
魅力度	街路樹配置	一定	16	-0.011	0.027	0.41	0.74	2.012			
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	16	-0.006							
		1/fゆらぎ	16	0.016							
		白色ゆらぎ	16	0.000							
	建物配置	一定	16	0.011	0.047	0.65					
		1/f <sup>2</sup> ゆらぎ	16	0.025							
		1/fゆらぎ	16	-0.022							
		白色ゆらぎ	16	-0.014							
	街路樹間隔	狭い(5m)	32	0.011	0.022	0.44					
		広い(10m)	32	-0.011							
		建物高さ	低い(14m)	32	0.004	0.007			0.15		
			高い(31m)	32	-0.004						

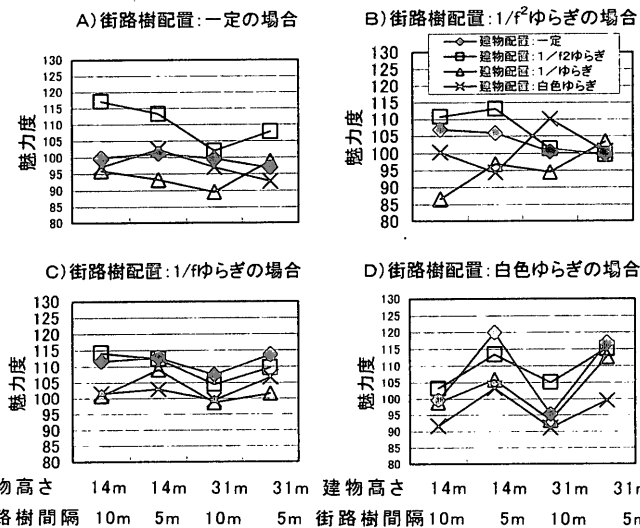


図7 街路樹配置別魅力度の評価傾向

える。魅力度については、建物配置の影響が最も強く、街路樹配置、街路樹間隔の影響の約2倍となっている。建物高さの影響は小さいと考えられる。

重相関係数は乱雑性で0.96、整然性で0.95、魅力度で0.74と高くなっており、乱雑性、整然性、魅力度の予測は街路樹の配置と間隔、建物の配置と高さの4つのアイテムで充分可能である。

カテゴリ-数量から判断すると、乱雑性は、街路樹配置、建物配置が1/fゆらぎ、白色ゆらぎのような「意外性が高い」場合に高

くなると予測される。

逆に整然性は、街路樹配置、建物配置が一定の場合や  $1/f^2$  ゆらぎのような「規則性が高い」場合に高くなると予測される。魅力度は建物配置が一定または  $1/f^2$  ゆらぎとし街路樹配置を  $1/f$  ゆらぎとすると上昇すると予測される。

(ゆらぎ特性と魅力度の関係)

街路樹配置と建物配置との組合せ毎に魅力度の値を幾何平均し、それらの値と建物高さ、街路樹間隔との関係を図7に示す。

①街路樹配置が一定の場合、建物配置に  $1/f^2$  ゆらぎを用いると最も魅力度が上昇する。それ以外ではどれもME値が100以下となり魅力度は低い。

②街路樹配置が  $1/f^2$  ゆらぎの場合、建物高さが低いとき、建物配置を  $1/f^2$  ゆらぎを用いると魅力度が上昇する。

③街路樹配置が  $1/f$  ゆらぎの場合、建物配置を一定か  $1/f^2$  ゆらぎのときのほうが  $1/f$  ゆらぎ、白色ゆらぎよりも魅力度が高くなる。建物高さや街路樹間隔の違いによる魅力度の差異は小さい。

④街路樹配置が白色ゆらぎの場合、街路樹間隔を狭くしたほうが魅力度は高くなる。

## 5. まとめ

①街路景観の乱雑性、整然性はともに街路樹配置、建物配置との関係が強い。魅力度は街路樹の配置と高さや間隔および建物の配置と高さに関係がある。

②街路景観の乱雑性は、街路樹と建物の配置の変化に「意外性の高い」白色ゆらぎ、「適度な意外性と規則性を持つ」  $1/f$  ゆらぎを用いると高くなる傾向にある。

③街路景観の整然性は、街路樹、建物の変化に「規則性の高い」  $1/f^2$  ゆらぎ、または一定とした場合に高くなる。

④街路景観の魅力度は建物配置に関して一定の場合または「規則性の高い」  $1/f^2$  ゆらぎの場合に上昇する。街路樹に関しては「適度な意外性と規則性を持つ」  $1/f$  ゆらぎを用いると魅力度が上昇する。逆に建物配置に「意外性の高い」白色ゆらぎ、「適度な意外性と規則性を持つ」  $1/f$  ゆらぎを用いると魅力度は低下する。

⑤街路樹配置が「意外性の高い」白色ゆらぎ、  $1/f$  ゆらぎの場合、建物配置を一定あるいは「規則性の高い」  $1/f^2$  ゆらぎのときに魅力度が上昇する。

以上の結果、建物、街路樹の配置、高さ、間隔に「ゆらぎ理論」を適用して街路景観に形態変化を与えることにより街路空間全体として適度な乱雑性と整然性をあたえることができ、魅力ある空間が作り出せる可能性が得られた。

また異なった種類のゆらぎをもつ要素と要素を組み合わせた場合は、その組合せの種類によって魅力度が上昇したり低下したりしてゆらぎと魅力度の間には複雑な関係が存在することが判明した。

今回の結論は、1/100 縮尺の街路空間模型を使いしかも形状を単純化した街路樹と建物の2つの要素のみを対象とした特定の設定条件でのモデル実験からえられたものである。今後、実際の街路空間に「ゆらぎ理論」の応用するには、適用範囲、適用条件を明確にするとともに、建物、街路樹以外の要素の影響も考慮していく必要がある。

## 謝辞

本研究に御協力いただいた、神谷彰伸氏（一条工務店）及び名古屋工業大学社会開発工学科松本研究室の方々に謝意を表します。

## 注

注1) 指摘面積率は以下の式より算出した。詳細は、参考文献6) 参照。

各要素指摘面積の被験者合計

$$\text{指摘面積率 (\%)} = 100 \times \frac{\text{各要素指摘面積の被験者合計}}{\text{各要素全面積} \times \text{被験者数}}$$

注2) ゆらぎ波形は、いろいろな単純波形が重なりあって存在する。ゆらぎ波形を、波長の違いにより単純な波形に分解し、波長の周波数別に成分の分布状態を示したものをスペクトルという。スペクトルの強度を表すため、波形の振幅を2乗したものをパワーといい、1 Hz の振幅の中にあるパワーの値の総和を「パワー・スペクトル密度」という。

注3) 参考文献9) による。

注4) 実験では乱雑感、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

また、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。

(本論文に関する既発表論文)

\* 1) 青野文見, 松本直司, 瀬田恵之, 河野俊樹, 武者利光, 神谷彰伸: ゆらぎ理論にもとづく街路樹の変化が街路空間の乱雑・整然性および魅力度に与える影響—中心市街地における視覚的乱雑・整然性に関する研究・その1 1—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp745-746, 1997.9

\* 2) 小柳英治, 松本直司, 神谷彰伸, 瀬田恵之, 河野俊樹, 武者利光, 青野文見: ゆらぎ理論にもとづく面的要素の変化が街路空間の乱雑・整然性および魅力度に与える影響—中心市街地における視覚的乱雑・整然性に関する研究・その1 2—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp747-748, 1997.9

## 参考文献

- 1) 神谷彰伸, 松本直司, 高井智代: 街路空間における面的要素の変化が乱雑・整然性および魅力度に与える影響—中心市街地における視覚的乱雑・整然性に関する研究・その1 0—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp733-734, 1995.8
- 2) 高井智代, 松本直司, 神谷彰伸: 街路空間における線的・面的要素の変化が乱雑・整然性および魅力度に与える影響, 日本建築学会大会東海支部研究報告, pp481-484, 1995.2
- 3) 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, NO.384,pp27-35,1988.2
- 4) 山岸良一, 久我新一, 内田茂: 視覚環境の「秩序」および「複雑さ」に関する研究—街路空間の抽象化模型を用いた実験を通して—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp643-644,1986.8
  - 5) 亀井栄治, 月尾嘉男: スカイラインのゆらぎとその快適性に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第 432 号, pp105-111,1992.2
  - 6) 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
  - 7) 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
  - 8) 武者利光: ゆらぎの発想, NHK出版,1994.3
  - 9) 鈴木良次, 佐藤俊輔, 池田研二, 吉川昭編: 生体信号—計測と解析の実験—, コロナ社, 1989.5
  - 10) 瀬田恵之, 松本直司, 岡島達雄, 河野俊樹, 神谷彰伸, 山内比呂史: 知覚行動直結型ビジュアルシミュレータの開発, 日本建築学会技術報告集 第 4 号,pp92-96,1997.3
  - 11) 田中英樹, 松本直司, 高井智代, 張奕文: 街路機能からみた街路景観の乱雑・整然性および魅力度と物的要素—中心市街地における視覚的乱雑・整然性に関する研究—その 6—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp1003-1004,1993.9
  - 12) 高井智代, 松本直司, 田中英樹, 張奕文: 街路景観の乱雑・整然性および魅力度要因に関する研究—中心市街地における視覚的乱雑・整然性に関する研究—その 7—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp1005-1006,1993.9
  - 13) 田中英樹, 松本直司, 高井智代: 街路景観の乱雑・整然要素の相互相関性—中心市街地における視覚的乱雑・整然性に関する研究—その 8—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp1015-1016,1994.9
  - 14) 高井智代, 松本直司, 田中英樹: 街路景観の物的条件の数量化と乱雑・整然性予測—中心市街地における視覚的乱雑・整然性に関する研究—その 9—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp1017-1018,1994.9

(2002年4月10日原稿受理, 2002年8月23日採用決定)