

縮尺模型実験に基づく二棟配置の建物間空間の  
大きさ感の予測

建物間空間の大きさ感に関する研究・その2

PREDICTING THE SENSUOUS VOLUME OF THE SPACE BETWEEN  
TWO BUILDINGS BASED ON EXPERIMENTS USING SCALE MODELS

Study on the sensuous volume in the space between buildings, 2

松本直司\*, 磯貝和美\*\*

Naoji MATSUMOTO and Kazumi ISOGAI

The purpose of this study is to predict the sensuous volume of the space between two buildings. In case of changing the capacity of the space between two buildings, we made an experiment using a space simulator which enables us to observe scale models from ground level. Analyzing the data, adding the old data which were used in former study to those new data, we obtained the estimation equations of sensuous volumes from inner space and outer space. As a result, we extracted the three physical factors which are very effective to calculate the sensuous volumes from both inner and outer space respectively. Finally we produced the Diagrams which made it easy to get the rate of sensuous volumes.

**Keywords :** *sensuous volume, prediction, scale models, simulator, space between buildings*

大きさ感, 予測, 縮尺模型, シミュレータ, 建物間空間

## 1. はじめに

空間の広さや大きさ感とは、人間が空間を捉える上での基本的な感覚である。広さは面積的な広がりを示すものであり、大きさは3次元的な広がりである。空間の水平、垂直方向の広がりとは当然の事ながら空間の物理的な大きさによって異なる。従って、大きさ感もこれらの物理的な大きさに関連している。しかし、物理的な量がそのまま人間の感覚量になるとは限らない。空間の形状によっては、想定していたより大きく感じたり、小さく感じたりすることがある。垂直の広がりの方が水平の広がりよりも大きさ感への影響が大きいと言われているし、その逆の場合もあろう。また、我々の日常では、広さ感と大きさ感とは必ずしもはっきりと区別されていない。この二つの感覚には、水平方向の広がりとは垂直方向の広がりとの微妙な相互関係が存在する。垂直方向の広がりが増強された空間では水平方向は小さく知覚され、水平方向の広がりが増強された空間では垂直方向が小さく知覚される。さらに、観察者の位置の違いによっても大きさ感とは異なるであろう。特に、空間の外に居るときに感じる大きさ感とは、中に居るときに感じる大きさ感とは、必ずしも一致しない。

人間生活においては物理的な量よりも、大きく感じるといった感

覚の方が重要であろう。狭い空間でもより広く感じられ、小さな空間であってもより大きく感じられる場合が実際に存在するものであり、それだけに設計条件としては魅力的である。特に物理的な空間の大きさが限られている様な場合の都市空間では、小さな空間においていかにしたら空間を大きく知覚させることができるかということが重要である。

本稿では前稿(その1)<sup>1)</sup>に引き続き、建築外部空間における空間の大きさ感を扱っている。(その1)では、2棟の建物間に行ける空間を「建物間空間」と定義し、その形態と大きさ感の関係を縮尺模型を用いた評価実験に基づいて分析している。実験は建物間空間に設定した仮想容積を一定とした条件のもとに、2つの建物が同型の場合で、左右対称あるいは点対称の配置空間を対象としている。その結果、観察地点が建物間かその外部の地点かで大きさ感が異なること、仮想容積が同じでも空間形態の相違により大きさ感が0.5倍から2.0倍まで大きく変化すること、大きさ感の判断傾向は人によって建物間隔に大きく影響されるグループと、建物高さにも影響されるグループの2グループあること等が判明した。

本稿では、これらの結果を踏まえ、建物間に設定した仮想容積が

\* 名古屋工業大学大学院ながれ領域、  
工学研究科社会工学専攻/人間空間分野(建築系)  
教授・工博

\*\* 磯貝設計・工修

Prof., Nagare College, Human Space Field, Graduate School of Socio Engineering  
(Architecture), Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.

Isogai Sekkei, M. Eng.

変化した場合を新たに実験対象とし、大きさ感についての模型実験を行い、大きさ感と物的変数との関係を明確化するとともに、前稿（その1）の結果も含めたデータに基づき、大きさ感の予測を行うことを目的とする。

大きさ感や容積感を扱った既往論文として、前稿（その1）で乾等、内田、八木等の研究に言及したが、その後、室内空間の容積に関する研究が数多くなされている。込山、橋本<sup>9)</sup>等はその一連の研究において実物大の室内空間において空間のプロポーシオンや在室者数を変化させ見た目の容積の知覚とその印象評価の研究を行い、容積を指標とする空間計画の検討を行っている。須田等<sup>8)</sup>は、室内空間において臥位での容積知覚と天井高との関係を実物大空間での実験で求めている。橋本<sup>9)</sup>等は整形な室内空間における柱や家具による空間の欠損と容積および印象評価の関係を実物大模型を用いて研究している。同じく橋本<sup>10)</sup>は段差天井をもつ室内空間についても同様な研究を行っている。外部空間に関しては、大きさ感ではなく狭さに注目した真境名等<sup>12)</sup>の研究があるが、狭さを心理量ではなく密度などの統計量から分析を行っている。また、吉沢等<sup>13)</sup>はバーチャルリアリティによる住環境の呈示における空間の大きさ感についてその再現性の検証を行っている。以上のように、大きさ感や容積感の研究は内部空間が対象となっており、外部空間での大きさ感に関する研究は筆者等のもののみを知るところである。

## 2. 建物間空間の大きさ感

### 2.1. 実験内容

#### 2.1.1 実験対象空間の選定

実験対象空間の選定は、まず建物の大きさを長さ  $L=22.5\text{m}$ 、高さ  $H=22.5\text{m}$ 、幅  $W=7.0\text{m}$ としたものを基準建物とし、これを間隔  $D=22.5\text{m}$ として平行に2棟並べた時の立方体形状の建物間空間を基本とした。この基本建物間空間を変化させて実験対象空間を定めるという考えのもとに、基本建物間空間の長さ  $L$ 、高さ  $H$ 、間隔  $D$ を基本寸法とし、これらを  $4/9$ 、 $2/3$ 、 $1$ 、 $3/2$ 、 $9/4$ の倍率でそれぞれ変化させて、2棟を対称に並べ33の直方体型空間を設定した。さらに、直方体でない建物間空間の大きさ感を分析するために、1棟を基準建物の大きさに固定して右側に配置し、上記と同様な倍率で片方の建物を長さ、高さ変化させ、さらに2棟の間隔を変化させて左側に配置させた非直方体型の28空間を加えた。図1に実験対象とした合計61の建物間空間を示す。

なお、2棟の建物間にできる建物間空間の大きさ感と空間の諸変数を定量的に比較分析するため、建物間空間の大きさを示す変数として仮想容積を設定した。本研究では仮想容積  $V$ を、図1の左に示すように2棟の相対する壁面とその頂点を結ぶ直線で囲まれた部分とした。さらに、標準刺激との容積比率として、仮想容積比  $R_v$ （仮想容積  $V$  / 標準刺激の仮想容積  $V_s$ ）を設定した。

#### 2.1.2 観察地点の設定

観察地点は前稿（その1）と同様にそれぞれの対象空間について建物間内部A及び外部Bの2地点とした（図2）。内部地点は建物の相対する底辺から等距離となる直線1と建物底辺の中点を結んだ2直線の交点A、外部地点は直線1上で内部地点より  $2L$ （45m）の距離離れた地点Bとした。視点はA、B地点より  $h=1.5\text{m}$ の高さ

直方体型空間				直方体型建物間空間				非直方体型建物間空間				
No.	L比	H比	D比	No.	L比	H比	D比	No.	L比	H比	D比	Rv
1	4/9	9/4	4/9	4/9	0.44	34	4/9	9/4	4/9	0.5		
2	4/9	9/4	1	1	1.0	35	4/9	9/4	1	1.1		
3	4/9	9/4	9/4	9/4	2.3	36	4/9	9/4	9/4	2.5		
4	1	9/4	4/9	1	1.0	37	1	9/4	4/9	0.7		
5	1	9/4	1	9/4	2.3	38	1	9/4	1	1.6		
6	1	9/4	9/4	81/16	5.0	39	1	9/4	9/4	3.7		
7	9/4	9/4	4/9	9/4	2.3	40	9/4	9/4	4/9	1.1		
8	9/4	9/4	1	81/16	5.0	41	9/4	9/4	1	2.5		
9	9/4	9/4	9/4	729/64	11	42	9/4	9/4	9/4	5.7		
10	1	3/2	1	3/2	1.5	43	1	3/2	1	1.3		
11	4/9	1	4/9	16/81	0.2	44	4/9	1	4/9	0.3		
12	4/9	1	1	4/9	0.4	45	4/9	1	1	0.6		
13	4/9	1	9/4	1	1.0	46	4/9	1	9/4	1.7		
14	2/3	1	1	2/3	0.6	47	2/3	1	1	0.8		
15	1	1	4/9	4/9	0.4	48	3/2	1	1	1.3		
16	1	1	2/3	2/3	0.6	49	9/4	1	4/9	0.7		
17	1	1	1	1	1.0	50	9/4	1	1	1.6		
18	1	1	3/2	3/2	1.5	51	9/4	1	9/4	3.7		
19	1	1	9/4	9/4	2.3	52	1	2/3	1	0.8		
20	3/2	1	1	3/2	1.5	53	4/9	4/9	4/9	0.2		
21	9/4	1	4/9	1	1.0	54	4/9	4/9	9/4	0.5		
22	9/4	1	9/4	9/4	2.3	55	4/9	4/9	9/4	1.1		
23	9/4	1	9/4	81/16	5.0	56	1	4/9	4/9	0.3		
24	1	2/3	1	2/3	0.6	57	1	4/9	1	0.6		
25	4/9	4/9	4/9	64/729	0.1	58	1	4/9	9/4	1.7		
26	4/9	4/9	1	16/81	0.2	59	9/4	4/9	4/9	0.5		
27	4/9	4/9	9/4	4/9	0.4	60	9/4	4/9	1	1.1		
28	1	4/9	4/9	16/81	0.2	61	9/4	4/9	9/4	2.5		
29	1	4/9	1	4/9	0.4							
30	1	4/9	9/4	1	1.0							
31	9/4	4/9	4/9	4/9	0.4							
32	9/4	4/9	1	1	1.0							
33	9/4	4/9	9/4	9/4	2.3							

No.17は標準刺激

仮想容積

図1 実験対象空間

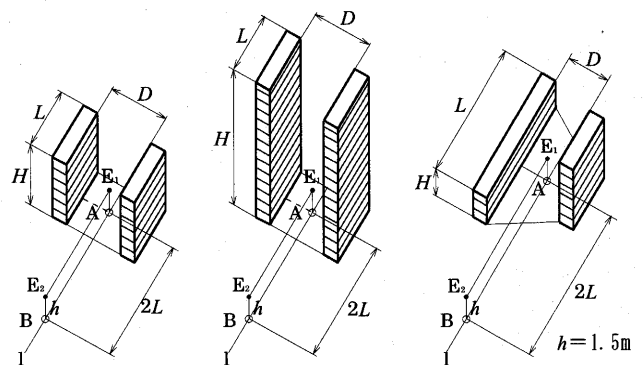


図2 観察地点の設定

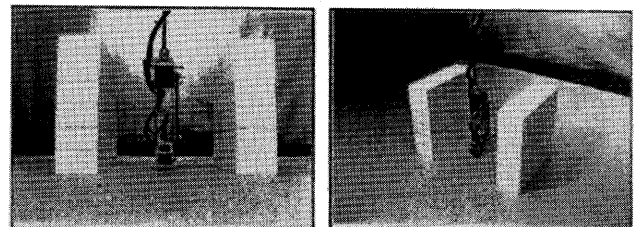


写真1 実験対象空間撮影風景

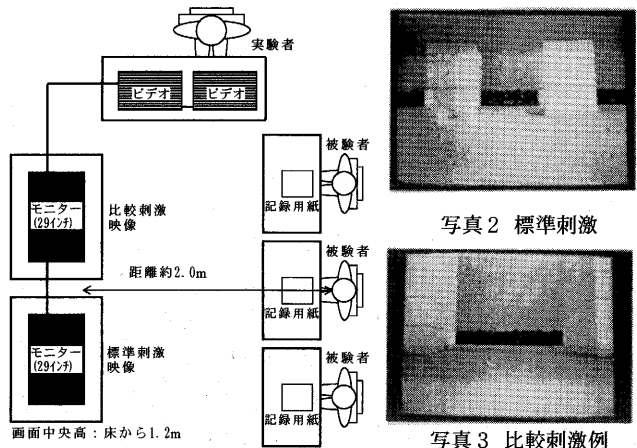


図3 実験室配置図

写真2 標準刺激

写真3 比較刺激例

の点 (E1, E2) とした。

### 2.1.3 実験方法

選定した実験対象空間の建築模型は、縮尺1/100で表面をアイボリーケント紙で作成した。建物のスケール感を出すために、模型表面に3.75mごとに階差を示す横線を入れた。

次に、61実験対象空間を模型空間シミュレータ<sup>20)</sup>を用いてVTR映像として記録した。VTR映像は、視点位置1.5mに相当する高さにおいて模型空間全体が把握できるように水平および見上げにおける見直し撮影した。写真1に撮影風景を示す。VTR映像は、それぞれ3名の被験者グループごとにランダムな順序に編集し、基本建物間空間を標準刺激、その他の実験対象空間を比較刺激として2台のTVモニターにそれぞれ提示した。大きさ感の評価は、標準刺激場面を100とするマグニチュード推定法 (ME法) による実験を行った。(図3, 写真2, 写真3) 実験にあたり被験者には教示文<sup>21)</sup>を渡し、実験者がそれを読んで実験内容を認識させた。

標準刺激は、前稿 (その1) と同様の空間であり、大きさ変化の基準とした空間であるため、大きさ感が全評価対象空間の値のほぼ中間にくることが期待される。具体的には、建物間空間の仮想容積が、対象空間の物的変量が全体の中央となる  $L \times H \times D = 22.5m \times 22.5m \times 22.5m$  の立方体空間とした。

### 2.1.4 被験者・実験期間

被験者は名古屋工業大学建築系学生・大学院生14名である。実験期間は平成7年10月20日～同22日である。

## 2.2 大きさ感の実験結果

### 2.2.1 建物間空間の大きさ感

実験対象空間ごとに、被験者14名による大きさ感の評価値の幾何平均を各対象空間の大きさ感の代表値として算出した。なお、内部地点では対象空間No.27において、外部地点では対象空間No.3, No.13, No.27, No.36, No.46において大きさ感を感じられないという被験者がいたために、これらを分析から除外した。これらの除外した空間は、いずれも建物長さ  $L$  が小さく、建物間距離  $D$  が大きい空間である。大きさ感の評価値の分散も、他の対象空間と比較して大きくなっている。2棟の建物間によって切り取られて成立するはずの空間が、 $D$  が大きくかつ  $L$  が小さいためにあいまいで、大きさ感の評価が困難だったと考えられる。また、外部地点の方が内部地点よりも除外空間数が多く、外部地点は内部地点より建物間隔  $D$  が大きい場合、あるいは長さ  $L$ 、高さ  $H$  が小さい場合に空間の大きさ感がとらえにくいと考えられる。

図4, 図5に、各実験対象空間における内部地点と外部地点での大きさ感  $V_E$  と仮想容積比  $R_V$  の関係を示す。縦軸の  $V_E$  を見ると、内部地点では直方体型空間で  $V_E$  が約30から約500の範囲に分布し、非直方体型空間で約50から約300に分布している。外部地点での  $V_E$  は内部地点より分布がやや広く、直方体型空間で約20から約550の範囲に、非直方体型空間で約30から約350に分布している。

全体的に仮想容積  $V$  が大きい建物間空間は大きさ感  $V_E$  の評価値も大きくなっている。

### 2.2.2 大きさ感と仮想容積・相対大きさ感

標準刺激に対する比較刺激の大きさ感  $V_E$  と、仮想容積比  $R_V$  が等価である点の集合を図4, 図5に波線で示す。波線より左に布置

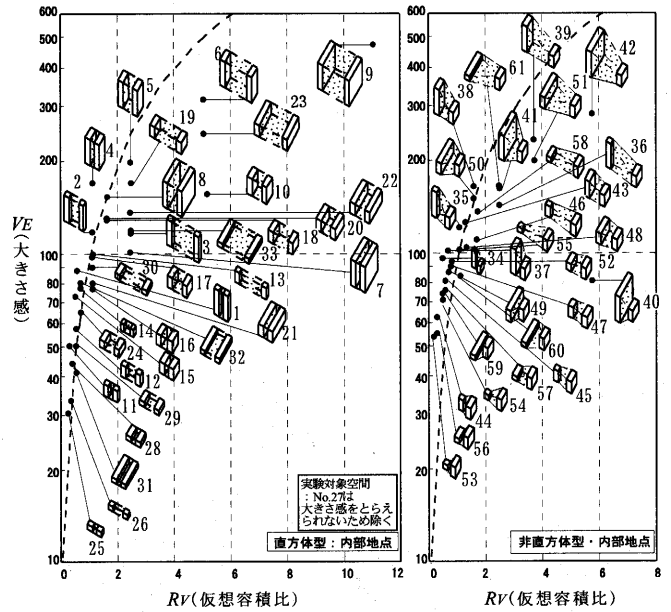


図4 大きさ感  $V_E$  と仮想容積比  $R_V$  (内部地点)

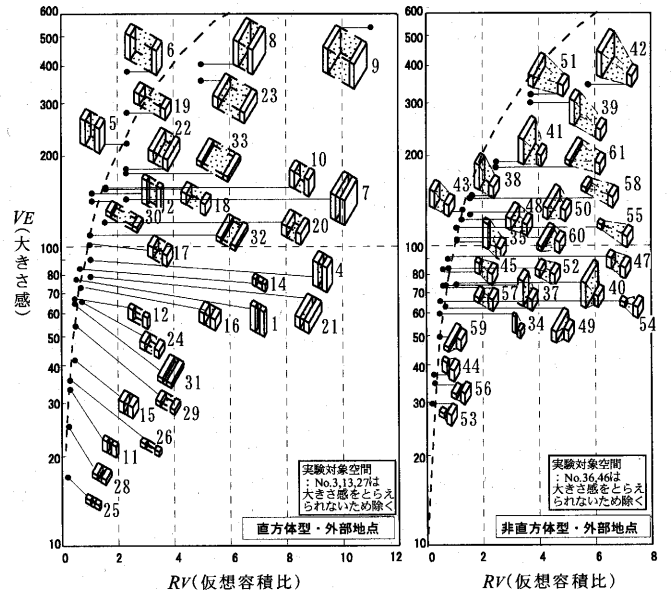


図5 大きさ感  $V_E$  と仮想容積比  $R_V$  (外部地点)

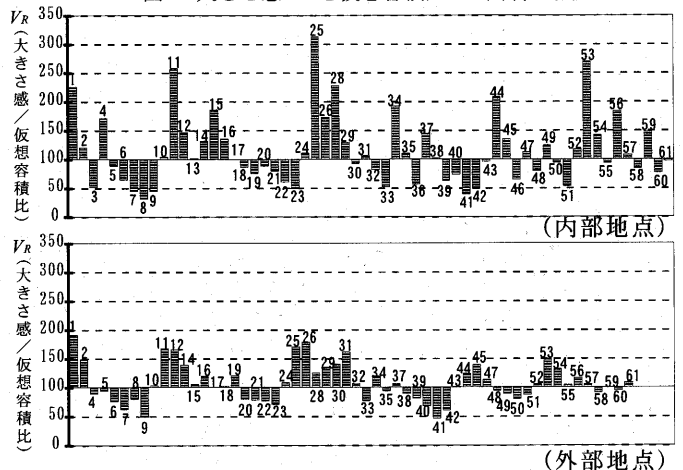


図6 各対象空間別の相対大きさ感  $V_R$

されている対象空間は、仮想容積  $V$  の大きさに比較して  $V_E$  が大きく評価されており、逆に波線より右に布置されている対象空間は  $V$  と比較して  $V_E$  が小さく評価されている。

これより、大きさ感  $V_E$  と仮想容積比  $R_v$  との関係を見ると、基本的には内部地点、外部地点ともに建物間空間の仮想容積  $V$  が大きいと大きく、小さいと小さくなっている。しかし、例えば対象空間 No. 2, No. 4, No. 13., No. 17, No. 21, No. 30, No. 32 の様に  $V$  が同じ場合でも、建物形状や建物間隔等の相違により内部地点、外部地点ともに  $V_E$  に 200 前後の相違がある。このことは、空間形状によって  $V_E$  が異なることを示している。また、内部地点、外部地点および直方体型空間、非直方体型空間ともに  $V$  が標準刺激より大きい場合には波線より右に布置される傾向があり、 $V$  の増加の割には  $V_E$  の増加が小さいことが分かる。逆に  $V$  が標準刺激より小さい空間では波線より左に布置される傾向があり、 $V$  の減少より  $V_E$  が大きめにな

表 1 被験者の評価構造

主成分	主成分負荷量		主成分	主成分負荷量	
	I 軸 空間の 大きさ	II 軸 空間の まとまり		I 軸 大きさ	II 軸 建物の 高さ
被験者6	0.94	-0.07	被験者6	0.98	0.03
被験者7	0.93	-0.10	被験者2	0.96	-0.10
被験者3	0.90	-0.07	被験者5	0.95	-0.03
被験者1	0.90	0.07	被験者8	0.94	-0.06
被験者2	0.86	0.13	被験者7	0.94	-0.01
被験者5	0.85	-0.13	被験者14	0.92	0.07
被験者8	0.82	-0.02	被験者11	0.92	0.04
被験者12	0.81	-0.11	被験者12	0.89	-0.23
被験者4	0.78	-0.40	被験者1	0.89	0.05
被験者11	0.77	-0.05	被験者3	0.87	-0.02
被験者13	0.76	-0.31	被験者13	0.84	0.36
被験者14	0.72	0.29	被験者9	0.84	-0.13
被験者9	0.65	0.42	被験者4	0.70	0.59
被験者10	0.52	0.55	被験者10	0.66	-0.46
固有値	9.25	1.19	固有値	11.06	1.02
寄与率 (%)	66.6	9.0	寄与率 (%)	79.0	7.0

(内部地点)

(外部地点)

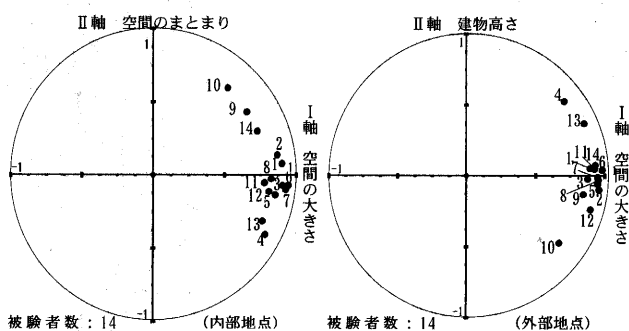


図 7 被験者の評価傾向

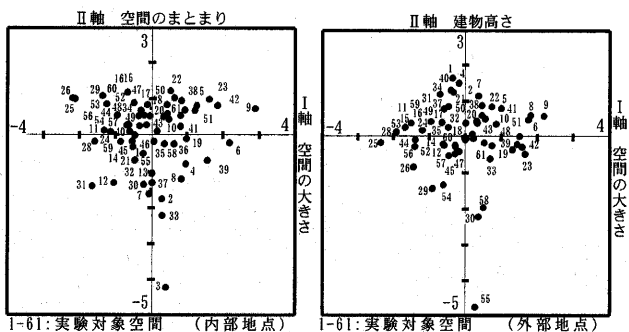


図 8 対象空間の評価構造上への布置

っていることが分かる。

次に、仮想容積  $V$  が大きいと大きさ感  $V_E$  は大きくなり、空間形状が変化したときの大きさ感への影響がとらえにくい。そこで、この物理的大きさ変化の影響を取り除くために、相対大きさ感  $V_R$  を  $V_R = \text{大きさ感 } V_E / \text{仮想容積比 } R_v$  と定義する。

図 6 に、各対象空間別の相対大きさ感  $V_R$  の値を、標準刺激の大きさ感  $V_E=100$  に対応する  $V_R=100$  を基準にして棒グラフで示す。各対象空間別に内部地点と外部地点の棒グラフの長さを比較すると、内部地点の方が外部地点よりも同じ方向に長くなっている場合が多く、 $V_R=100$  より大きいものは大きさ感がより大きく、 $V_R=100$  より小さいものは大きさ感がより小さくなる傾向があることがわかる。また、外部地点において非直方体型の建物間空間よりも直方体型の建物間空間の方が  $V_R$  は大きく評価されている。

建物間空間の仮想容積  $V$  が同値である、例えば図 1 の仮想容積比  $R_v=1$  の場合である No. 2, No. 4, No. 13, No. 17, No. 21, No. 30, No. 32 について、相対大きさ感  $V_R$  の大きさを比較すると、内部地点では建物高さの変数である  $H$  比が大きい No. 2, No. 4 で  $V_R$  が 100 を超えており、 $H$  比が小さい No. 30, No. 32 より  $V_R$  の値が大きくなっている。外部地点では  $H$  比が大きく建物間空間が縦長の No. 2 は、 $L$  比がこれより大きい No. 4, No. 17, No. 21 より  $V_R$  が大きく、また、建物間隔の変数である  $D$  比が大きい No. 30 では  $V_R$  が大きくなっている。 $R_v=1$  以外の場合についても同様な分析を行った結果、内部地点においては  $H$  比が大きい方が  $V_R$  が大きくなり、外部地点においては  $H$  比が大きい方が  $V_R$  が大きく、 $D$  比についても  $D$  比が大きい方が  $V_R$  が大きいという傾向が見られた。

### 2.3 被験者による大きさ感の評価傾向

被験者別の大きさ感の評価傾向をとらえるため、被験者を変量、実験対象空間ごとの ME 法評価値をサンプルとした主成分分析を、内部地点、外部地点それぞれについて行った。その結果、それぞれ固有値が 1.0 以上の主成分を示すと表 1 の通りである。この 2 軸で内部地点における評価の全分散に対して 76% が、外部地点において 86% が説明されている。

主成分負荷量により被験者を布置したものが図 7 であり、主成分得点により実験対象空間を布置したものが図 8 である。

図 7 において、内部地点、外部地点ともに全被験者は I 軸の正の高い値に布置されている。II 軸については内部地点において被験者 10 が正の方向に高い値をとっているが、他の被験者はすべて I 軸に対しての相関が最も高くなっている。図 8 について内部地点、外部地点ともに、正の方向に仮想容積  $V$  の大きい空間が、負の方向に  $V$  の小さい空間が布置されている。これより内部地点、外部地点ともに I 軸は「空間の大きさ」の軸といえる。II 軸について内部地点の布置を見ると、負の方向に直方体型空間 No. 3, No. 33, No. 2, No. 7 などの前後、左右、上下に扁平な空間が布置されており、正の方向には No. 22, No. 15, No. 16, No. 17 など空間の各辺の長さの相違の少ない空間が布置されている。空間の各辺の長さの相違が少なければその空間はまとまって見え、各辺の長さが大きく相違すれば扁平で空間のまとまりが弱くなるという意味で、II 軸は「空間のまとまり」の軸といえる。外部地点では、正の方向に No. 1, No. 4, No. 40 などの高さ  $H$  が大きい空間が布置され、負の方向に No. 55, No. 60, No. 5

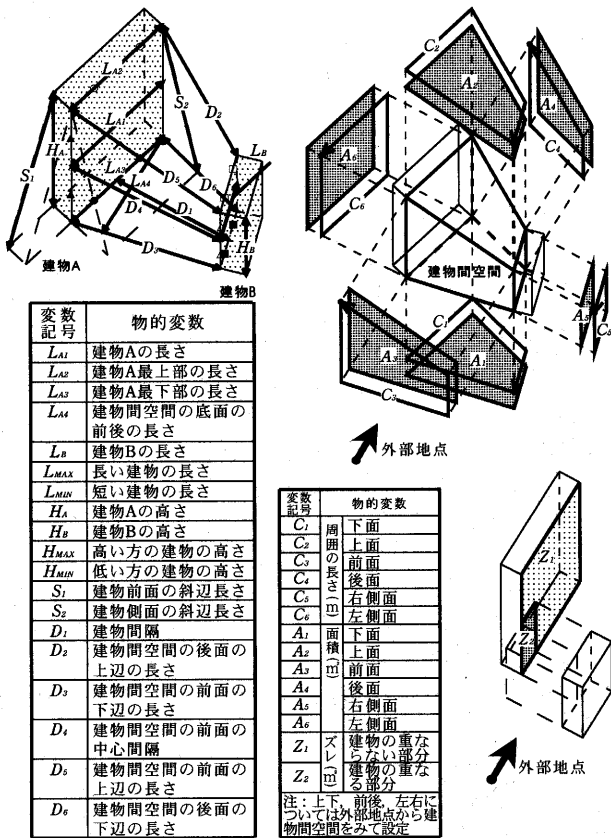


図9 物的変数

8などHが小さい空間が布置されている。したがってII軸は「建物高さ」の軸といえる。

以上より、建物間空間の大きさ感は、内部地点、外部地点ともに空間の物理的大きさにより基本的には判断されており、その他に内部地点では空間の扁平度の少ないまとまりの良さで、外部地点は建物高さにより判断されていることが分かる。

内部地点、外部地点ともに、I軸の固有値・寄与率がII軸と比較して極めて高く、I軸への依存度が大きいことがわかる。すなわち、被験者は本実験での大きさ感に関してほぼ共通の認識を持って評価したことが分かる。よって、以下の分析では内部地点、外部地点ともに空間の大きさによる影響を受ける被験者グループとして1つのグループとして扱う。

3. 建物間空間の大きさ感の予測

ここでは、前稿(その1)の仮想空間容積を一定にした実験データ(30建物間空間)と、今回の実験データ(61建物間空間)をあわせて、大きさ感の物的変数による予測を行った。

3.1 建物間空間の物的変数の選定

建物の物的形状に関する変数として、建物長さL、建物高さH、建物間隔Dの基本変数に、建物に斜辺がある場合の建物壁面の斜辺長さSを選定した。次に、建物間空間の形状に関する変数として、建物間空間の各面の周の長さCとそれらの面積A、建物ズレ量をあらわすズレ重なり面積Zを選定した。さらに、建物の辺片の変数(L, H, D, S)についてこれらの比を示す変数を加えた。図9

表2 建物間空間の物的変数と大きさ感の対数値との相関係数

変数	内部地点	相関係数	外部地点	相関係数
L	$L_{AI}$	0.31	$L_{AI}$	0.37
H	$H_{MAX}$	0.55	$H_A$	0.42
S	$S_1$	0.55	$S_1$	0.43
D	$D_1$	0.65	$D_1$	0.73
Z	$Z_1$	0.23	$Z_1$	0.16
C	$C_1$	0.88	$C_1$	0.85
A	$A_1$	0.84	$A_1$	0.81
V	$V_1$	0.79	$V_1$	0.77
L/H	$L_{AI}/H_A$	-0.27	$L_{AI}/H_A$	-0.12
L/D	$L_{AI}/D_1$	-0.32	$L_{AI}/D_1$	-0.32
H/D	$H_A/D_1$	-0.10	$H_A/D_1$	-0.25
S/D	$S_1/D_1$	0.00	$S_1/D_1$	-0.16
H/L	$H_A/L_{AI}$	0.12	$H_A/L_{AI}$	-0.05
S/L	$S_1/L_{AI}$	0.12	$S_1/L_{AI}$	0.02
D/L	$D_1/L_{AI}$	0.11	$D_1/L_{AI}$	0.22
D/H	$D_1/H_A$	0.05	$D_1/H_A$	0.19
MAX,MIN	$L_{MAX}/L_{MIN}$	-0.19	$L_{MAX}/L_{MIN}$	-0.05

内部地点	予測式: $V'_E = 0.0061C_3 - 0.0365S_1/D_1 - 0.0856D_3/L_{AI} + 1.528$
重相関係数: $R=0.93$	決定係数: $R^2=0.86$
外部地点	予測式: $V'_E = 0.0029C_3 + 0.0055C_4 - 0.0977H_{MAX}/H_{MIN} + 1.269$
重相関係数: $R=0.93$	決定係数: $R^2=0.87$

内部・外部地点において、予測式  $V_E = 10^{V'_E} = \text{LOG}_{10}(V'_E)$  を表す。また  $F_0(3, 77, 0.01) = 2.76$   $F > F_0$  より有意水準1%で有意。

表3 大きさ感  $V_E$  の予測式

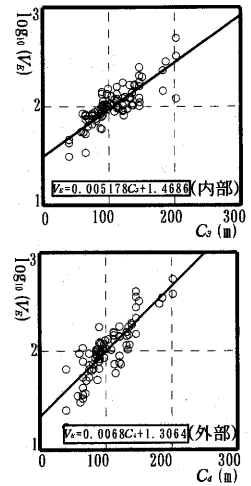


図10 大きさ感  $V_E$  と物的変数の相関図

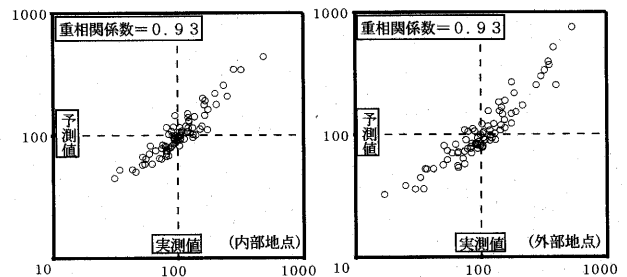


図11 大きさ感  $V_E$  の実測値と予測値の相関図

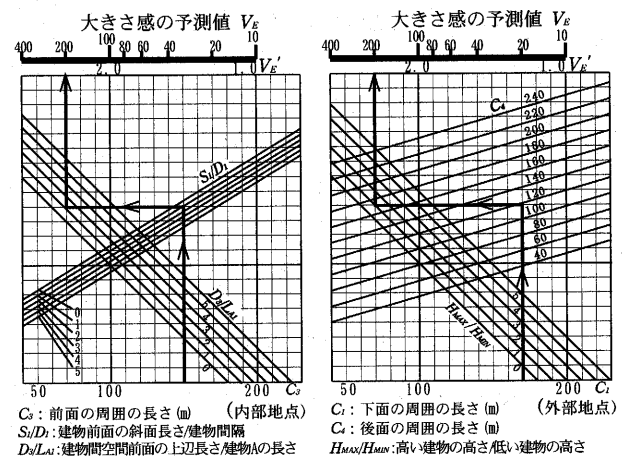


図12 大きさ感  $V_E$  の計算図表

に、選定した建物間空間を構成する物的変数を示す。

### 3.2 大きさ感に影響を及ぼす物的変数

大きさ感  $V_E$  に影響を及ぼす変数を求めるため、 $V_E$  の対数値と建物間空間を構成する物的変数との相関係数<sup>25)</sup>を求めた。表2に主な物的変数の相関係数を示す。 $V_E$  と相関の高い物的変数は、内部地点では建物間空間の前面の周の長さ  $C_3$  が0.88と最も高く、その面積  $A_3$ 、仮想容積  $V$  も高くなっている。外部地点では建物間空間後面の周の長さ  $C_4$  が0.86と最も高く、 $A_3$ 、 $V$  も高くなっている。また、内部地点、外部地点ともに建物間隔  $D$ 、建物高さ  $H$ 、建物側面の斜面長さ  $S_2$  も比較的相関が高くなっている。建物長さ  $L$  に関する変数はやや相関係数が低く、そのため  $L/H$ 、 $L/D$  の変数は相関が負になっている。 $D$  の逆数である  $H/D$  についても負になっており、 $D$  が  $V_E$  に大きな影響を与えていることが分かる。

図10に、内部地点、外部地点のそれぞれに最も相関の高い前面の周の長さ  $C_3$  および後面の周の長さ  $C_4$  と、大きさ感  $V_E$  の対数値との相関図を示す。これより変数  $C_3$ 、 $C_4$  が0.4倍から2.0倍に変化すると、 $V_E$  が内部地点では約0.5倍から約3倍に、外部地点では約0.4倍から5倍に変化することが分かる。

### 3.3 大きさ感の予測

3.2の分析より、大きさ感  $V_E$  に高い相関をもつ物的変数の存在が確認された。そこで、様々な建物間空間の  $V_E$  を予測するために、 $V_E$  を外的基準、物的変数を説明変数として重回帰分析（ステップワイズ回帰）を行った。その結果、内部地点、外部地点ともにステップ数4において、有意水準1%で有意な3変数による予測式が得られた。表3に、得られた  $V_E$  の予測式を示す。内部地点では重相関係数  $R=0.93$ 、決定係数  $R^2=0.86$ 、外部地点では重相関係数  $R=0.93$ 、決定係数  $R^2=0.87$  となっている。実験で得られている大きさ感の実測値と、予測式から算出した予測値の相関図を、図11に示す。両対数目盛ではあるが、全体的に45°の傾きの直線上に分布しており、予測精度が高いことがわかる。

次に、予測式の説明変数について検討する。内部地点については、空間の大きさに関する変数である建物間空間の前面の周の長さ  $C_3$  の大小が大きさ感  $V_E$  をほぼ決定し、空間形状に関する変数である建物前面の斜辺の長さ  $S_1/D_1$  と建物間空間の前面上辺の長さ  $D_3/L_1$  が  $V_E$  の補正項となっている。外部地点については、空間の大きさに関する変数である建物間空間の下面の周の長さ  $C_1$  と後面の周の長さ  $C_4$  の大小が  $V_E$  をほぼ決定し、空間の形状に関する変数である2棟の高さ比  $H_{MAX}/H_{MIN}$  が  $V_E$  の補正項となっている。内部地点、外部地点とも建物間空間を構成する面の周長が  $V_E$  に正にきいており、内部地点で単相関の高い  $C_3$  が、外部地点で単相関の高い  $C_4$  が、それぞれ予測式で有意水準を示す  $F$  値が高く、最も重要な変数となっている。また、内部地点での  $C_3$  は、 $C_4$  とほとんどの場合同値であり、内部地点での評価には前面と後面の区別がないことを考慮すると  $C_4$  が内部地点、外部地点ともに  $V_E$  に対して重要な変数であることが分かる。すなわち、建物間空間の大きさ感  $V_E$  は、建物間空間の後面の周長  $C_4$  によってほぼ決まってくるといえる。

予測式の計算図表を図12に示す。この図表を用いることにより

2棟配置空間における大きさ感  $V_E$  がおおむね算出可能である。例えば、外部地点での  $V_E$  は、まず仮想容積における下面の周囲の長さ  $C_1$  の値を目盛りにとり、そこから垂直に線を引いて後面の周囲の長さ  $C_4$  の値のところで水平に折れ、次に建物高さ比  $H_{MAX}/H_{MIN}$  の値をとって垂直に線を上方にもっていくとグラフの上部で  $V_E$  の予測値が求められる。この逆に、 $V_E$  を先に設定してから各変数を決定していくことも可能である。

## 4. まとめ

(1) 内部地点、外部地点ともに建物間空間の仮想容積  $V$  が大きいと大きさ感  $V_E$  は大きく、小さいと小さくなっているが、建物形状や建物間隔等による建物間空間の形状の相違により  $V_E$  に大きな相違があり、 $V$  のみでは  $V_E$  は予測できない。

(2) 被験者による建物間空間の大きさ感  $V_E$  の評価は、内部地点、外部地点ともに空間の物理的大きさにより基本的にはなされているが、その他に内部地点では建物間空間の扁平度により、外部地点では建物高さ  $H$  によりなされている。

(3) 全体的に内部地点においては、建物高さ  $H$  が大きい場合の方が大きさ感  $V_E$  が大きく、外部地点においては  $H$  が大きい場合や、建物間隔  $D$  が大きい場合に  $V_E$  が大きくなる。

(4) 建物間空間の物的変数により大きさ感  $V_E$  の予測分析を行った結果、内部地点では重相関係数  $R=0.93$ 、決定係数  $R^2=0.86$ 、外部地点では重相関係数  $R=0.93$ 、決定係数  $R^2=0.87$ 、となるそれぞれ3変数による比較的精度の高い  $V_E$  の予測式が得られた。この予測式は、内部地点では、空間の大きさに関する変数である建物間空間の前面の周の長さ  $C_3$  と、空間形状に関する変数である建物前面の斜辺の長さ  $S_1/D_1$ 、および建物間空間の前面上辺の長さ  $D_3/L_1$  が予測変数となっている。外部地点では、空間の大きさに関する変数である建物間空間の後面の周の長さ  $C_4$  と、下面の周の長さ  $C_1$ 、空間の形状に関する変数である2棟の高さ比  $H_{MAX}/H_{MIN}$  が予測変数となっている。各変数の係数の大きさを考慮すると、内部地点では建物間空間前面の周の長さ  $C_3$  で、外部地点では後面の周の長さ  $C_4$  でほぼ  $V_E$  が決定される。

(5) (4) の予測式を下に、大きさ感を簡便に算出可能な計算図表を作成した。

## 謝辞

本研究にご協力いただいた、平成8年度名工大大学院博士前期課程修了の堀尾浩司氏(不二自動車工業株式会社)に謝意を表します。

## 注

注1) 参考文献14)参照。

注2) 模型空間シミュレータは、昭和62年に筆者等が独自に開発し、平成3年までに改良を重ねた超小型のCCDカメラを搭載した実験装置である。CCDカメラヘッドが、コンピュータ制御により模型空間内を平面移動し、撮影高さも制御され、水平回転、垂直回転で見回し、見上げ見下げしながら自由に観察可能である。装置の開発に関する論文は参考文献17)、19)、20)であり、装置の視知覚実験の有効性の検証に関する論文は18)、21)である。

注3) 実験における教示文は以下の通りである。

「本日はお忙しいところ建物間空間の大きさ感に関する実験に参加して頂きありがとうございます。実験に先立ち、実験内容の基本的な考え方を理解して頂きたいと思いますので説明を行います。この基本的な考え方をよく理解して頂いたうえで実験を行ってください。よろしくお願

します。

2棟の建物間にできる空間は、建物が空間を限定することによって生じる最も基本的な空間であります。この空間は2棟の建物の高さ、長さ、建物間隔、建物形状等によって決定されます。本実験では、このように2棟の建物間にできる空間を、「建物間空間」とします。



建物間空間

2棟の建物によって決定される建物間空間は、建物が増えたり減ったりするとその空間の形状も変化し、その空間は大きく感じられたり小さく感じられたりします。この大きく感じたり小さく感じたりする空間の大小感覚を「大きさ感」とします。

本実験では、建物間空間が建物によって変化したときの大きさ感を評価していただき、建物を構成する諸変量と大きさ感との関係を明らかにするものです。

今から、2台のモニターにVTR映像を映します。一方には基準とする標準刺激を、もう一方には評価していただく比較刺激を提示します。実験は標準刺激の大きさ感を100とし、比較刺激の大きさ感がどれくらいになるかを答えて頂きます。比較刺激の大きさ感が標準刺激に対して2倍と感じれば200、1/2と感じれば50と答えてください。答えて頂く数値に関しては上限や下限はありません。提示する場面数は外部地点61、内部地点61です。」

注4) 前稿(その1)の実験対象空間は、基準とする建物は本稿(その2)と同様で、建物間空間の仮想容積が一定という条件の下に、基準建物間空間の建物高さ、建物長さ、建物間隔を大小に変化させて13対象空間を定め、次に2棟のなす角度を変化させたもの、2棟の片方を平行にズラして非対称なもの、建物妻面の形状を変化させたものを、それぞれ8、4、5空間加えて合計30実験対象パターンとしている。

注5) ピアソンの積率相関係数を用いた。

#### 参考文献

- 乾 正雄, 宮田紀元, 渡辺圭子: 開放感に関する研究・1, 日本建築学会論文報告集, 第192号, pp. 49~53, 1972. 2.
- 内田 茂: 閉空間に対する感覚量に関する実験的研究(1), 日本建築学会論文報告集, 第282号, pp. 113~122, 1979. 8.
- 八木澄夫, 乾 正雄: 視空間の容量知覚とその簡略模型実験の有効性, 日本建築学会計画系論文報告集, 第368号, pp. 62~68, 1986. 10.
- 芦原義信: 外部空間の構成, 彰国社, 1962
- 込山敦司, 橋本都子, 初見学, 高橋鷹志: 室空間の容積と印象評価に関する実験的研究-容積を指標とした空間計画のための基礎的研究(その1)-, 日本建築学会計画系論文報告集, 第496号, pp. 119~124, 1997. 7.
- 橋本都子, 込山敦司, 初見学, 高橋鷹志: 室空間の容積と印象評価に関する実験的研究-容積を指標とした空間計画のための基礎的研究(その2)-, 日本建築学会計画系論文報告集, 第508号, pp. 99~104, 1998. 7.
- 橋本都子, 込山敦司, 初見学, 高橋鷹志: 複数の在室者による室空間の容積と印象評価に関する実験的研究-容積を指標とした空間計画のための基礎的研究(その3)-, 日本建築学会計画系論文報告集, 第525号, pp. 153~159, 1999. 11.
- 須田眞史, 長澤 泰, 西出和彦, 橋本雅好: 室空間における距離・容積の知覚に関する実験的研究 臥位での空間の知覚特性に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第499号, pp. 89~96, 1997. 9.
- 須田眞史, 長澤 泰, 西出和彦: 室空間における容積の知覚に関する実験的研究 臥位での空間の知覚特性に関する研究 その2, 日本建築学会計画系論文報告集, 第514号, pp. 125~132, 1998. 12.
- 橋本雅好, 西出和彦: 室空間における空間欠損と容積の知覚・印象評価の関係に関する基礎実験, 日本建築学会計画系論文報告集, 第530号, pp. 171~177, 2000. 4.
- 橋本雅好, 大崎淳史, 西出和彦, 長澤 泰: 段差天井と容積の知覚・室空間の印象評価との関係に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 第540号, pp. 167~173, 2001. 2.
- 真境名達哉, 服部岑生: 密集市街地における外部空間の狭さの実態とその特性についての考察, 日本建築学会計画系論文報告集, 第526号, pp. 123~129, 1999. 12.
- 吉沢望, 稲本淳平, 平手小太郎, 大山能永, 小野浩史: パーチャルリアリティを用いた住環境呈示システムにおける実空間再現性の検討 被験者実験による明るさ感, 空間の大きさ感, 寸法感, 現実感の検証, 日本

建築学会計画系論文報告集, 第550号, pp. 87~93, 2001. 12.

- 松本直司, 磯貝和美: 縮尺模型実験による二棟配置の建物間空間の形態と大きさ感の関係 建物間空間の大きさ感に関する研究・その1, 日本建築学会計画系論文報告集, 第485号, pp. 143~150, 1996. 7.
- 磯貝和美, 松本直司, 富田剛史: 二棟配置の建物間空間の形態と大きさ感の関係 建物間空間の大きさ感に関する研究(その1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 1117~1118, 1994. 9.
- 堀尾浩司, 松本直司, 磯貝和美: 二棟配置における建物空間の大きさ感とその予測(建物間空間の大きさ感に関する研究 その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 719~720, 1996. 9.
- 松本直司, 久野敬一郎, 谷口汎邦, 山下恭弘, 瀬田恵之: 空間知覚評価メディア(シミュレータ)の開発-建築群の空間構成計画に関する研究・その5-, 日本建築学会計画系論文報告集, 第403号, pp. 43~51, 1989. 9.
- 久保田勝明, 松本直司, 谷口汎邦, 山下恭之, 瀬田恵之: 建築群の空間知覚評価メディア(シミュレータ)における知覚の恒常性に関する研究-建築空間構成計画の研究(その10)-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 741~742, 1989. 10.
- 松本直司, 山本誠治, 瀬田恵之, 山下恭弘, 松原雅輝: 縮尺模型外部空間観察用シミュレータの開発, 日本シミュレーション学会, 第9回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス, pp. 251~254, 1990. 6.
- 佐々木太朗, 松本直司, 山下恭弘, 瀬田恵之, 谷口汎邦: 人間の動作特性に基づく縮尺模型知覚メディア(シミュレータ)制御システムの開発, 日本建築学会・情報システム技術委員会, 第14回情報システム利用技術シンポジウム, pp. 151~pp. 156, 1991. 12.
- 松本直司, 山本誠治, 山下恭弘, 瀬田恵之, 谷口汎邦: 模型空間知覚評価メディア(シミュレータ)の有効性-建築群の空間構成計画に関する研究・その6-, 日本建築学会計画系論文報告集, 第432号, pp. 89~97, 1992. 2.

(2005年7月7日原稿受理, 2006年1月10日採用決定)