

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—

THE USABILITY OF THE SIMULATION MEDIUM FOR PERCEPTION AND JUDGMENT OF ARCHITECTURAL SPACE

Studies on the planning of exterior spaces, 6

松本直司*, 山本誠治**, 山下恭弘***, 瀬田恵之****, 谷口汎邦*****
Naoji MATSUMOTO, Seiji YAMAMOTO, Yasuhiro YAMASHITA, Shigeyuki SETA
and Hirokuni TANIGUCHI

We have developed a simulator which enables us to observe scale models from eye level. The purpose of this study is to confirm the usability of the simulator for architectural planning.

After several experiments, we got the following data in the real space and the simulated one:

- 1) perceptual constancy by psychological method,
- 2) emotional meanings by S. D. method and
- 3) perceptual distances and eye movements by Eye-Mark-Recorder.

Using these data, we compared the qualities of both spaces. As the result, we found that we can perceive the simulated space as the real one and this simulator is useful for perception and judgment of architectural space.

Keywords : simulator, evaluation of usability, architectural scale model, perceptual constancy, visual effects, eye movement

シミュレータ, 有効性評価, 建築縮尺模型, 知覚の恒常性, 視覚的効果, 視知覚行動

1. はじめに

建築縮尺模型は、パースとともに建築設計において最も一般的なシミュレーションメディアである。模型という実体が存在するために、建物相互の関連性や空間把握が容易で、計画の全体像もとらえやすい。しかし、鳥瞰したり周囲から見るのが主流で、模型内の自由な視点位置・視点高さからの観察は必ずしも行われていない。

建築空間構成の研究では、人間の視点高さが重要な意味をもっており、縮尺模型の建物間の空間のように肉眼では不可能な位置からは、モデルスコープなどの光学機器を用いている。これらの機器に、TVカメラを接続し移動装置を組み合わせた模型空間内視装置が国内外で開発されている^{註1)}。これらは空間のプレゼンテーションとしての利用が主流となっており、シミュレーションメディアの有効性の検証研究は、SD法により実際と模型

空間の情緒的意味の比較を行っている数例があるのみである。

前稿（その1）～（その4）までの筆者らの一連の論文^{註2)}ではファイバースコープを用いて建築群の縮尺模型を視点位置より前方方向を自由に観察するシミュレーション装置を開発して、建築空間を方向性をもつ場面としてとらえた視空間評価予測研究を行った。その中で、ファイバースコープの距離感と視野の恒常性の検証と、装置による空間の視覚的効果の有効性の検証を行った。

前稿（その5）^{註3)}では、方向性のない空間の全体を見回して観察することを前提として、建築縮尺模型空間を移動しながら自由に上下、左右方向を観察することのできる、空間知覚評価メディア（シミュレータ）の開発を行った。このシミュレータは模型空間を超小型TVカメラでとらえ、その画像を観察者に評価させるものであ

* 名古屋工業大学 助教授・工博

** 名古屋工業大学 大学院生

*** 信州大学 教授・工博

**** 飛鳥建設(株)・工修

***** 武蔵工業大学 教授・工博 東京工業大学
名誉教授

Assoc. Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.

Graduate Student, Nagoya Institute of Technology

Prof., Shinsyu University, Dr. Eng.

Tobishima Corporation, M. Eng.

Prof., Musashi Institute of Technology, Dr. Eng., Emeritus Prof.,
Tokyo Institute of Technology

る。シミュレータを研究に応用するためには、シミュレータ画像の枠組みやゆがみによる知覚の恒常性への影響の問題、実際の空間と模型空間のシミュレータ画像との視覚的効果の相違、観察者の視知覚行動の相違の問題を検討する必要がある。

本研究では、シミュレータを視知覚実験に用いるために次の3つの観点から検討し、模型によるシミュレーションの有効性とその留意点を明確化することを目的としている。すなわち、①縮尺模型空間を超小型TVカメラで撮ったシミュレータ画像における大きさの恒常性、②シミュレータ画像における空間の視覚的効果、③シミュレータ画像観察者の視知覚行動のそれぞれについて、実際の空間と模型空間の相違点の明確化とその原因について検討を行った。

2. シミュレータ画像の知覚の恒常性

シミュレータに使用した超小型TVカメラの画像は、単眼視で、枠で囲まれた平面画像であり、知覚動作が機械的な一定速度でなされる。これらのことが距離、奥行き、視点位置、対象の位置関係認識にどの程度影響するか明らかでない。

そこで、シミュレータ画像の大きさの恒常性に着目し、奥行き、距離、方向、および位置の認識について心理学的手法により検証した。

2.1 実験の前提条件

次の前提条件により恒常性実験を行った。①視覚の大きさの恒常性には正しい距離認識が必要で、大きさの恒常性が高ければ正しい距離、奥行きの知覚ができています。②視野を動かさなければ全体が観察できない条件のもとで、大きさの恒常性が高ければ、正しい方向や視点位置および対象の位置関係の知覚ができています。

2.2 実験内容

(1) 実験方法

大きさの恒常性実験は、①水平面に置かれた二本の棒

の一方を固定し、固定した棒の延長上に観察点(A, B)を定め、他方の棒を平行に見えるように調節する実験(平行棒実験)、②水平面に置かれた二本の棒の一方を固定し、固定した棒の延長上に観察点(A, B)を定め、他方の棒を観察点を中心に直角(90°)・一直線(180°)に見えるように調節する実験(直角棒・一直線棒実験)、③水平面に対して垂直に立てた15m~30mの標準刺激の大きさ(長さ)と等しく見えるように、被験者が6mの距離の比較刺激を調整する実験(垂直棒実験)である。実験①では距離、実験②では方向、視点位置、対象の位置関係、実験③では奥行きの検証を主に行う。

なお、平行棒実験で観察点からの距離6m(A地点)は、超小型TVカメラが正面を向いた状態で、シミュレータ画像⁽²⁴⁾で2本の棒全体が同時に見えない位置、10m(B地点)は同時に2本の棒が見える位置である。

実験はそれぞれ肉眼視(片目, 両目)、シミュレータ画像に分け、上昇・下降の2系列で行った。シミュレータ画像の実験は、肉眼視実験の1/100の縮尺で行った。シミュレータは被験者が自分の意志で上下視、左右視を操作して実験を行った。実験方法の概略図および恒常指数の算出方法を図-1に、実験装置およびシミュレータ画像を写真-1に示す。

(2) 被験者：信州大学工学部建築工学科学部生・大学院生、各実験20名。

(3) 実験日：昭和63年12月1日~14日。

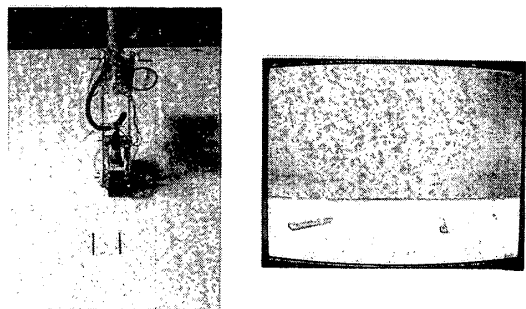


写真-1 実験装置および画像

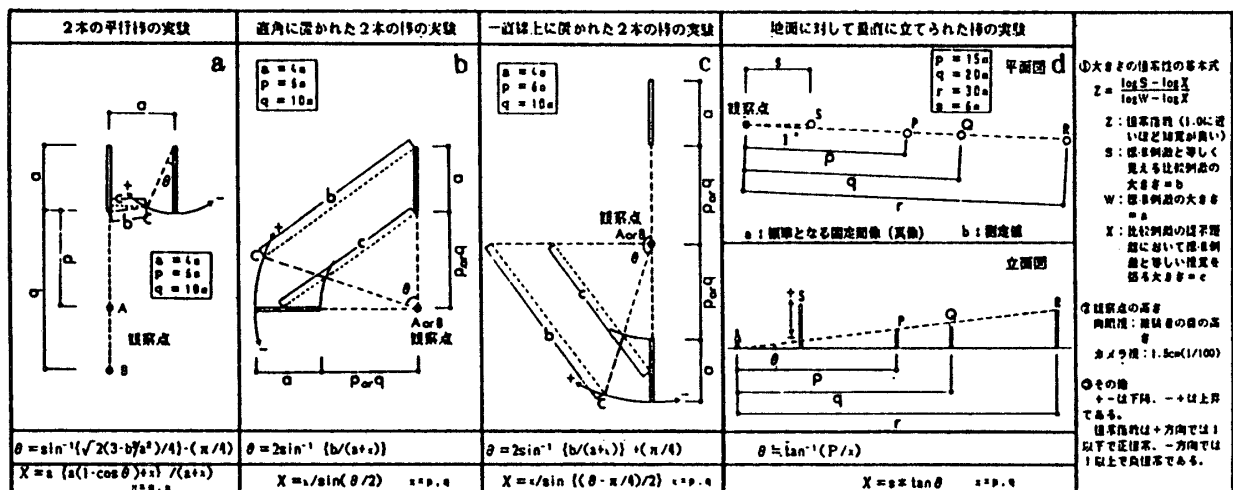


図-1 知覚の恒常性の実験方法

2.3 実験結果の分析

図一2は、各実験における片目、両目、シミュレータ画像におけるズレの角度と恒常指数のそれぞれの平均値と信頼区間(95%)、最大値・最小値を示したものである。

恒常度(Z)は、真の大きさ(W)、知覚の大きさ(S)、網膜上の大きさ(X)により次の式で表される。

$$Z = (\log S - \log X) / (\log W - \log X)$$

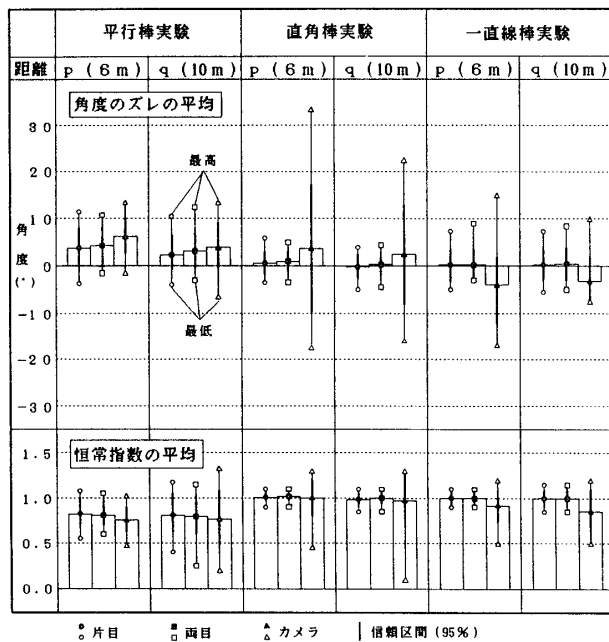
恒常度は1.0に近いほど恒常性が高く、大きさの知覚が正しくなされるといえる。

(1) 平行棒の実験

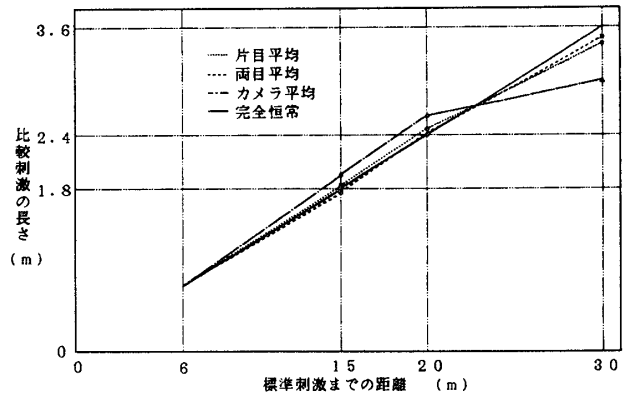
観察点からの距離6mにおいて、肉眼視で4度程度の平行状態からのズレを示し、シミュレータ画像で6度強のズレを示している。距離10mにおいては、肉眼視で3度、シミュレータ画像で4度のズレを示している。恒常指数の平均でシミュレータ画像がわずかに低く、遠距離の距離が実際より小さく知覚され、奥行き感がやや強調されていることがわかるがその相違は小さいといえる。

(2) 直角棒および一直線棒の実験

恒常指数でシミュレータ画像のほうがやや低く、ばらつきが大きい。この原因として、シミュレータ画像に枠組みがあり、シミュレータの超小型TVカメラの回転があらかじめ設定した速度で回転するため、肉眼視のように瞬時に2本の棒を観察することが難しいことがあげられる。これらの違いがあるものの、恒常指数、角度のズレとも肉眼視とシミュレータ画像の差はほとんどなく、方向、視点位置と対象の位置関係の認識は正しくなされるといえる。



図一2 平行棒・直角棒・一直線棒の実験結果



図一3 垂直棒実験における比較刺激の変化

(3) 垂直棒の実験

標準刺激までの距離と比較刺激の関係(図一3)から肉眼視、シミュレータ画像とも距離が20mまでは恒常指数の差が小さく、比較刺激の長さが真の長さより大きく知覚される。30mについては恒常指数の差が大きくなっており、シミュレータ画像のほうは比較刺激の長さが真の長さより小さく知覚され、奥行き感がやや強調されているといえる。この原因として、シミュレータ画像において2本の棒に同時に焦点が合わず、棒の間隔が大きくなるに従い奥行き認識が難しいことが考えられる。

2.4 まとめ

以上の結果により、シミュレータを用いて縮尺模型空間を観察するときの、大きさの恒常性はほぼ肉眼視に近く、やや奥行き感が強調されるが、距離の認識は正しくなされる。方向、視点位置、対称の位置関係の認識は、シミュレータ画像に枠組みがあり、見回しの回転速度が一定であるためにやや手間取る。

本実験では普段見慣れないシミュレータ画像の恒常性を検討したが、被験者がシミュレータの操作および画像に慣れることにより、より正しい空間知覚がなされるといえる。

3. 実際の空間と模型空間の視覚的効果の比較

実際の空間と模型空間の視覚的効果を、SD法実験結果の意味構造と各評価尺度の評価値により比較した。

3.1 評価対象地

評価対象地は、敷地の内部が住棟に囲まれていて模型製作が困難な遠景の影響を受けにくいこと、建物高さに変化があり地点により見え方が変化すること、の2点を考慮して県営篠岡住宅^(注5)を選定し、その中の6地点を評価地点と定めた。

3.2 実験装置・実験用模型

模型空間での実験は、縮尺模型観察用シミュレータ^(注6)(写真一2)を使用した。実験用模型(写真一3)は、ある程度実物の感じが表現でき、視点の高さがシミュレ

タ装置で対応できる範囲内なるべく小さく製作しやすいという条件より縮尺1/100で製作した。建物は小角材の骨組みに紙を張り、地面はスチレンボードで起伏を作り和紙を張り付けた。植栽は銅線に細かくしたスポンジをつけたものを、天空は布を使用した。色彩については現地の実態色（JIS標準色票による）とカラー写真に基づき決定した。製作日数は、製作者3名で約3か月を要した。模型全体の大きさは、200cm×170cmである。

3.3 実験内容

(1) 評価尺度：既往研究⁽²⁷⁾と同様の47形容詞対を7段階評価尺度として用いた。

(2) 実験方法

現地実験：被験者に評価地点において空間全体を見回させその雰囲気を感じさせるSD法評価尺度で評価させた。見回し方法は、まず左右に360°ずつ見回させ、続いて自由に見上げ・見下げをしながら左右に360°ずつ見回させた。6地点をまわる順序は順序効果を排除するために被験者ごとにランダムとし、また見回し始める方向（始点）も被験者ごとにランダムとした。

シミュレータ実験：シミュレータ内に縮尺模型を設置

し、シミュレータの受光部を人間の視点の高さ（15mm）に設定した。次に各評価地点で空間全体の雰囲気を把握させるために、水平に左右360°ずつ見回し、さらに高層階が観察できるよう見上げ・見下げを加えて左右に360°ずつ見回して評価対象映像を録画した。照明は通常の蛍光灯を用い、模型全体に光があたり陰影が明瞭にできないようにした。超小型TVカメラの焦点距離は対象の映像が不自然でない距離30cm前方に合わせた。実験は被験者に評価映像再生モニター（27インチカラーモニター）の前の席につかせ、対象地点の評価映像を見終わった後に空間全体の雰囲気をSD法評価尺度で評価させた。各地点の提示順序・観察開始方向は被験者ごとにランダムとした。

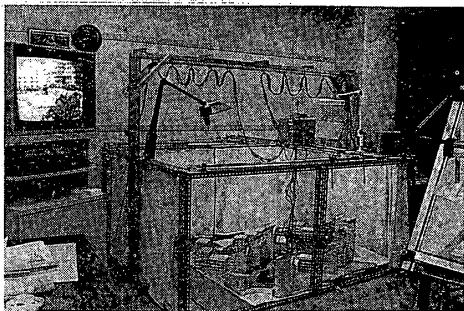
(3) 被験者：名古屋工業大学工学部建築学科学部生・大学院生38名。内17名は現地実験、21名はシミュレータ実験である。

(4) 実験日：平成2年9月6日～同10月3日。

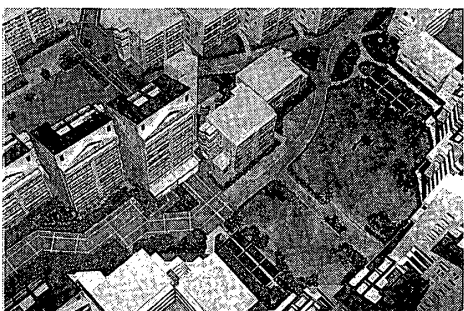
3.4 評価結果の比較分析

(1) 因子分析および評価結果の差の検定

現地およびシミュレータ実験による評価結果を形容詞



写真一2 縮尺模型観察用シミュレータ



写真一3 実験用模型

表一 現地実験因子分析（バリマックス回転）および平均値の差の検定

No. 評価尺度	因子負荷量					評価性の方向と工機決定										
	I軸	II軸	III軸	IV軸	V軸	評価性の方向				現地く観型→①有意味						
						1	2	3	4	5	6	7	8			
25 軽快な - 重苦しい	0.68	-0.01	0.21	0.03	-0.00	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	
32 良い - 悪い	0.62	-0.03	0.29	0.08	0.02	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
17 解放感のある - 圧迫感のある	0.61	-0.02	-0.10	0.04	0.24	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
28 好きな - 嫌いな	0.78	-0.24	0.23	-0.03	0.03	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
27 開放的な - 閉鎖的な	0.74	-0.19	-0.04	0.07	0.27	>	>	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
24 陽気な - 陰気な	0.71	-0.19	0.28	0.27	0.11	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
22 快い - 不快な	0.69	-0.20	0.47	0.12	-0.10	>	>	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
14 広い - 狭い	0.68	-0.11	0.05	0.27	0.17	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
+ 10 自由な - 束縛された	0.68	-0.23	0.12	-0.05	0.14	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
37 開かれた - 閉まれた	0.67	-0.11	-0.06	0.05	0.33	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
13 眺みやすい - とつきにくい	0.66	-0.10	0.20	0.11	0.17	>	>	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
40 寂しい - つまらない	0.65	-0.31	0.29	0.04	0.29	>	>	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
08 明るい - 暗い	0.65	-0.03	0.02	0.34	-0.01	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
15 美しい - 醜い	0.64	-0.10	0.19	0.20	-0.18	>	>	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
47 すがすがしい - うっとうしい	0.61	0.10	0.09	-0.04	-0.05	>	>	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
26 暖かい - 冷たい	0.58	-0.34	0.20	0.08	0.22	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
31 遠近感のある - 遠近感のない	0.54	-0.05	0.06	0.04	0.21	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
05 あざやかな - くすんだ	0.43	-0.15	0.19	0.30	0.10	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
18 方向感のある - 方向感のない	0.41	0.08	0.04	-0.16	0.11	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	1
33 密な - 疎な	0.47	-0.05	0.20	0.09	-0.23	>	>	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
11 単調な - 変化のある	-0.13	0.63	-0.01	0.07	-0.14	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
12 型にはまった - 型にはまらない	-0.18	0.74	-0.08	0.05	-0.12	>	>	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
23 平凡な - 独特な	-0.08	0.65	-0.13	-0.15	0.09	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
06 規則的な - 不規則な	-0.03	0.63	0.18	0.11	-0.08	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
43 単純な - 複雑な	-0.28	0.63	0.13	-0.21	0.18	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
30 落ち着きのある - 落ち着きのない	0.37	0.49	0.31	-0.09	-0.20	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
20 地球な - 派手な	-0.35	0.33	-0.30	-0.30	-0.28	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
38 にぎやかな - さびしい	0.42	0.49	0.41	0.03	0.41	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
44 ごてごてした - すっきりした	-0.04	0.62	-0.18	0.16	0.11	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
16 多様な - 単様な	0.19	0.63	-0.01	0.15	0.22	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
42 安心な - 不安な	0.39	-0.07	0.73	-0.13	0.08	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
38 まとまった - ばらばらな	0.03	0.19	0.63	-0.04	-0.08	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
41 連続した - 不連続な	0.01	0.33	0.33	-0.04	0.03	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
+ 45 安定した - 不安定な	0.39	0.30	0.42	0.08	-0.02	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
35 充実した - 貧弱な	0.34	-0.31	0.48	0.29	0.12	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
46 一体的な - 一体的でない	-0.00	0.45	0.48	0.01	0.29	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
29 あいまいな - はっきりした	-0.14	0.03	0.37	-0.22	-0.10	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
39 しまりのない - ひきしまった	-0.07	0.05	-0.35	-0.12	0.04	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
09 迫力ある - ものたりない	0.02	-0.17	0.11	0.79	0.10	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
07 大きい - 小さい	0.11	-0.09	0.13	0.75	0.20	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
02 都会的な - 田舎的な	0.28	-0.08	-0.08	0.68	0.18	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
01 新しい - 古い	0.30	-0.01	0.05	0.67	-0.27	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
04 固い - 軟らかい	-0.18	0.20	-0.13	0.44	0.08	◎	◎	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
19 すどい - 鈍い	0.21	-0.22	0.25	0.41	0.00	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
34 活動的な - 不活動な	0.41	-0.32	0.15	0.24	0.63	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
03 動的な - 静的な	0.30	-0.15	-0.10	0.22	0.61	◎	>	>	◎	>	◎	>	◎	>	◎	1
21 とりすぎた - 日常的な	-0.13	0.04	-0.03	-0.05	0.34	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1
寄与	10.43	5.01	3.82	3.19	2.23	2	1	0	1	4	3	11				

対を変数としてそれぞれ因子分析（バリマックス回転）を行い、評価結果の平均値の差について有意水準5%で検定した（T検定）。表-1は実際の空間についての因子分析結果および模型空間との平均値の検定結果を示している。「<」は模型空間の評価データの平均値が右側の形容詞の方にずれていることを表す。実際の空間評価と模型空間評価結果のプロフィールを図-4に示す。

評価の方向性がやや片寄っている軸は、模型空間において「活動性」が低いことがあげられる。この原因として、模型空間においては人や自動車、風などの動きがないためと考えられる。

平均値の差は、「美しい-醜い」「あざやかな-くすんだ」「あいまいな-はっきりした」「迫力ある-ものたりない」「大きい-小さい」「広い-狭い」などの一部の尺度に有意水準5%で有意差がみられる。地点別では地点5、6に有意差がやや多くみられるものの、その他の地点では1、2の形容詞に有意差がみられるのみである。現地の地点5、6は実験期間中に遠景に建設中の高層住宅が建ち上がり、この影響を受けたためである。評価データの差の方向を検討すると、模型空間のほうが「美しい」、「あざやかな」、「あいまいな」の方向に評価される傾向がみられる。この原因として、「美しい」、「あざやかな」は模型空間の提示がVTR映像であること^(注8)、「あいまいな」はシミュレータに使用した超小型TVカメラの焦点深度や模型の精度（特に植栽などの自然物）の影響が考えられる。

(2) 意味構造の比較

図-5は、それぞれの因子分析結果による意味構造を

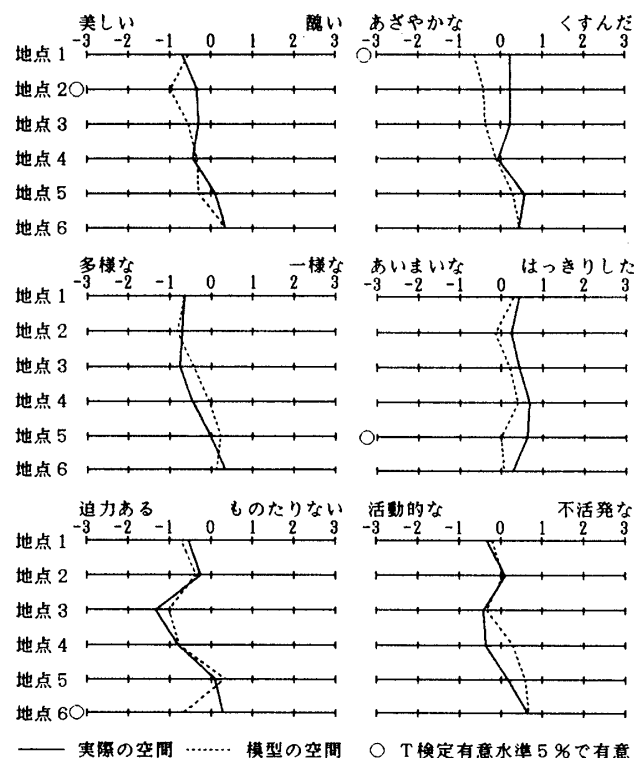


図-4 実際の空間評価と模型空間評価の比較

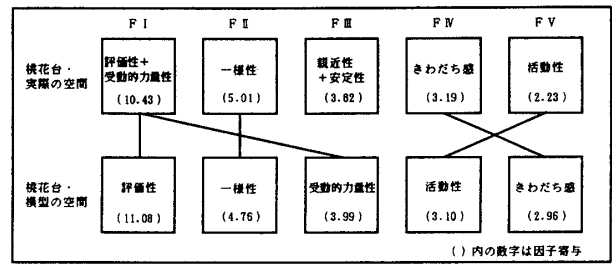


図-5 意味構造の比較

比較したものである。実際の空間と模型空間において評価性、一様性で因子寄与がよく一致している。また実際の空間では評価性が受動的力量性を含み模型空間ではそれぞれ分かれているが、基本的な意味構造の相違は少ない。

3.5 まとめ

SD法評価結果の因子分析による情緒的意味構造において差異は少ない。平均値の差の検定から一部の尺度で有意差がみられるが、その数は少なく特定の尺度に集中することなく全体的にはよく一致している。また、有意差のある尺度の評価傾向をみると、VTR映像の画像状況、超小型TVカメラの焦点深度、模型の精度（特に植栽などの自然物）の影響がみられる。

4. 実際の空間と模型空間の視知覚行動の比較

実際の空間と模型空間において、人間の視知覚行動の違いが視覚的效果に影響するかを検討するために、注視点を記録するアイマーク・レコーダ^(注9)（以下EMRと略す）を用いて視知覚行動の比較分析を行った。

4.1 実験内容

(1) 実験方法

現地実験：EMRを装着した被験者に、第3章での現地の6地点でSD法評価実験と同様に観察させた。

シミュレータ実験：EMRを装着した被験者に、第3章の評価映像を提示して行った。

(2) 被験者：名古屋工業大学工学部建築学科学部生・大学院生延べ10名。内5名は現地実験、5名はシミュレータ実験である。被験者は裸眼で日常生活に支障がない者にした。また、視知覚行動は被験者の個人差に左右されやすいので、データのばらつきを極力抑えるために両実験の被験者のうち4名は同一被験者とした^(注10)。

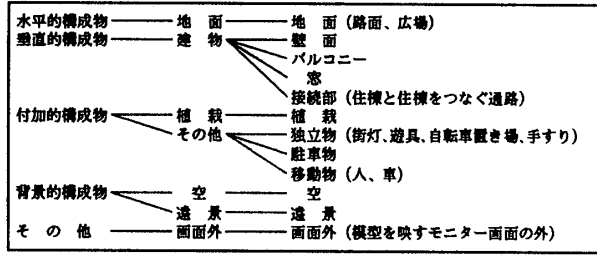
(3) 実験日：平成2年11月6日～同15日。

4.2 注視点の測定方法

注視点は実験により記録したビデオテープ映像をコマ送りし、各被験者の視行動を示すマークにより検出した。実験に使用したEMRは両眼のアイマークデータが記録されるが、対象物を正しく注視している利き眼のアイマークデータを使用した。また、マークの停留点が同位置に0.2秒以上ある点を注視点^(注11)とした。

注視対象物は実験対象地の構成要素を考慮して12項

表一 注視対象物の分類



目を抽出し、その対象物の性格に基づき表一のように分類した。

4.3 視知覚行動の比較分析

分析は現地実験とシミュレータ実験において次の4つの観点から行う。①注視時間：実際の空間、模型空間を把握するための注視時間を比較検討する。②注視対象物：それぞれの空間において、注視対象物に違いがあるかを比較検討する。③注視距離：それぞれの空間において、観察地点と注視対象物との距離について比較検討する。④注視順序：それぞれの空間において、注視の順序・軌跡について比較検討する。

(1) 注視時間

平均注視時間は、実験時間を総注視数で除して求めた(表一三)。被験者ごとに若干の差がみられるものの、全体では現地実験0.62秒、シミュレータ実験0.63秒とほぼ一致している。現地実験はシミュレータ実験よりも各被験者の平均注視時間のばらつきが大きい。これは、現地実験においての見回し速度に被験者ごとの差があり、観察時間にばらつきがあるためである。逆にシミュレータ実験は一定時間の映像を提示しているため、被験者ごとのばらつきは少ない。

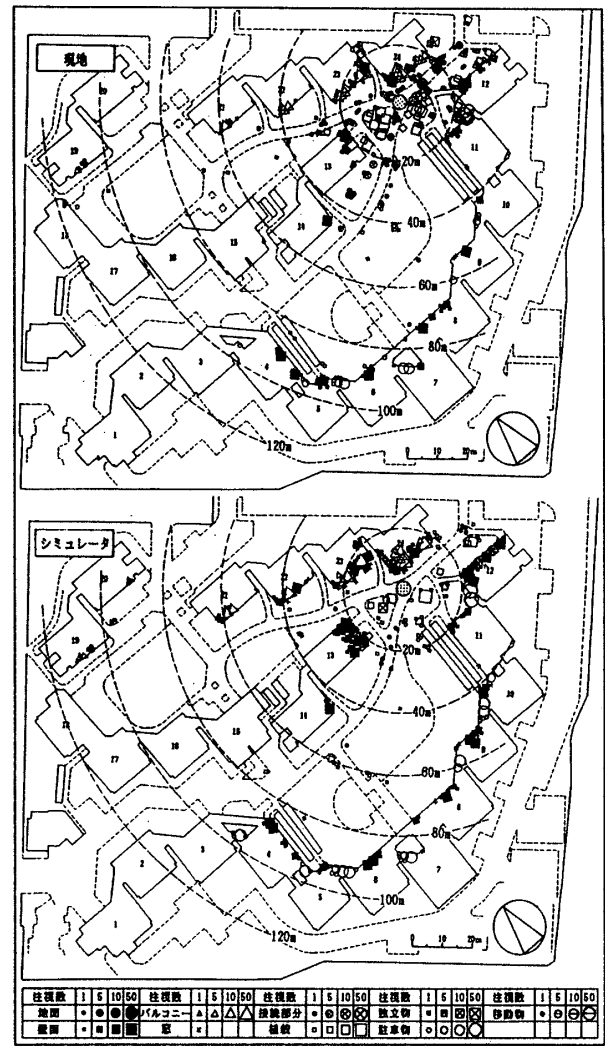
(2) 注視対象物

図一六は注視点を記録したVTRより注視対象物を記号化したものである。注視対象物の分布は20m以内の対象物に差がみられるが、全体的な分布傾向はよく一致している。

注視対象物ごとの注視比率を図一七に示す。壁面、バルコニー、窓、接続部分などの建物を構成している対象物の注視比率はよく一致している。しかし地面、植栽は

表一三 平均注視時間 (s=秒)

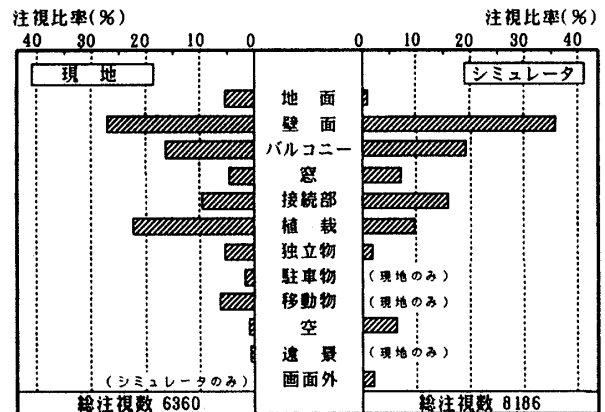
	被験者1	被験者2	被験者3	被験者4	被験者5	全被験者	
現地	地点1	0.74s	0.54s	0.66s	0.73s	0.56s	0.65s
	地点2	0.64s	0.54s	0.58s	0.70s	0.72s	0.63s
	地点3	0.66s	0.63s	0.55s	0.63s	0.60s	0.60s
	地点4	0.56s	0.54s	0.44s	0.69s	0.59s	0.57s
	地点5	0.58s	0.55s	0.52s	0.72s	0.61s	0.60s
	地点6	0.78s	0.49s	0.64s	0.77s	0.84s	0.66s
全地点	0.66s	0.55s	0.57s	0.71s	0.62s	0.62s	
シミュレータ	地点1	0.56s	0.61s	0.70s	0.66s	0.60s	0.63s
	地点2	0.80s	0.63s	0.53s	0.73s	0.55s	0.61s
	地点3	0.52s	0.65s	0.58s	0.59s	0.61s	0.59s
	地点4	0.71s	0.52s	0.75s	0.62s	0.59s	0.64s
	地点5	0.65s	0.55s	0.69s	0.59s	0.55s	0.61s
	地点6	0.83s	0.71s	0.78s	0.75s	0.51s	0.72s
全地点	0.65s	0.61s	0.67s	0.66s	0.57s	0.63s	



図一六 注視点分布 (地点1)

現地実験のほうがシミュレータ実験より注視比率が高い。この原因として、植栽は超小型TVカメラの焦点距離より手前に分布する場合が度々あり、形がぼけていたために注視しなかったことがあげられる。地面は、超小型TVカメラの焦点深度の問題と、人間の視線の向きは水平方向より下向き^(注2)であるが、評価映像では下方向の映像は不自然であり、映像の中心が水平もしくは上方を向いていたことがあげられる。

現地に特有の対象物である駐車物、移動物は各地点と



図一七 対象物別注視比率

も5~10%の注視比率があるが、模型であげられないのは、これら不確定要素をのぞいたことによる。シミュレータ実験では現地実験に比べて空(人工空)への注視比率が多くなっている。画面外についても注視されているがその比率は全体的に5%以下と低く、画像提示によって画面外などの提示主体以外が特に注視されることはない。

(3) 注視距離

全対象物の距離別注視比率を図-8に示す。全地点の注視点データによる距離別分布の傾向はよく一致している。2~30mの比較的近距离においては、現地実験の注視比率が高く、それ以上の距離ではシミュレータ実験のほうが高くなる傾向がみられる。また、平均注視距離も全体的に現地実験よりシミュレータ実験のほうが大きい。これはシミュレータに使用した超小型TVカメラの焦点距離が固定のため、比較的近距离にある対象物に焦点が合いにくい分、遠方の対象物に注視が集まったた

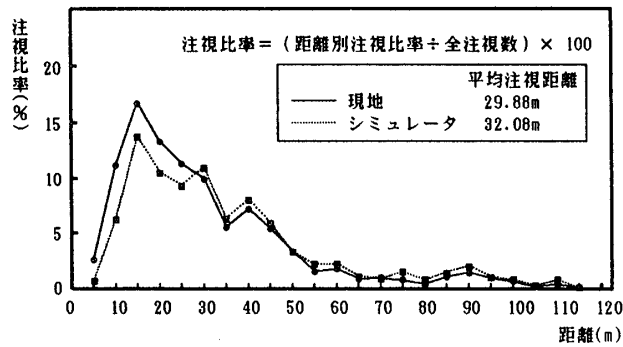


図-8 距離別注視比率

めである。

(4) 対象物別注視比率、距離別注視比率の検定

実際の空間と模型空間の対象物別注視比率、距離別注視比率の分布について、 χ^2 検定を用いて一致の程度さらに有意となる原因を検討した。検定結果を表-4に示す。実際の空間あるいは模型空間固有の要素を除いて、 χ^2 検定を行うと地点5以外は有意になる。そこで、注視比率の違いがはっきり表れた地面、植栽、空を除いて検定すると、地点4だけ有意となり他の地点は有意差がみられなくなる。地点4はすぐ手前に植栽があり、他の地点に比べて空、遠景の面積が多いことが有意となった原因である。地点5は視点が囲まれた空間の中心位置にあり、比較的遠方の距離(80m以上)の対象物が少ないことにより、注視対象物・注視距離ともに有意差がみられなかった。

(5) 注視順序

注視対象物の順序の割合を図-9に示す。縦軸から横

表-4 注視対象物・注視距離の χ^2 検定結果

	地点1	地点2	地点3	地点4	地点5	地点6	全地点
注視対象物 * 1	有意	有意	有意	有意	◎	有意	有意
* 2	◎	○	○	有意	◎	◎	◎
注視距離 * 1	有意	有意	○	有意	○	○	◎
* 2	○	有意	◎	有意	◎	○	◎

* 1: 対象物全てによる検定 * 2: 地面、植栽、空を除いて検定
 ◎: 有意水準5%で有意差なし ○: 有意水準1%で有意差なし

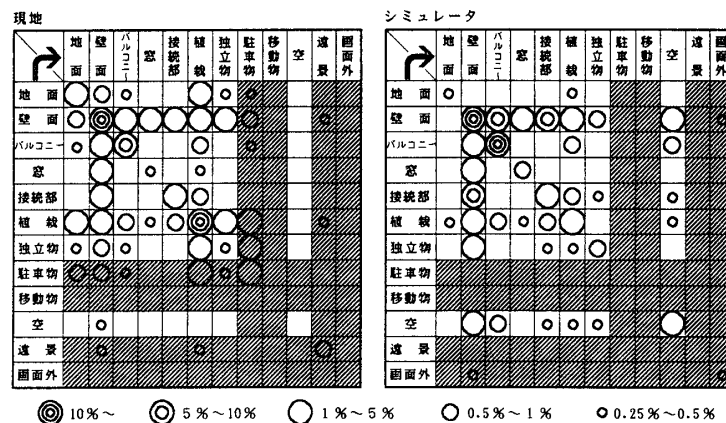


図-9 注視対象物の順序の割合



写真-4 注視点の軌跡(現地実験)



写真-5 注視点の軌跡(シミュレータ実験)

軸の対象物の順序で注視する割合を示している。両実験とも壁面から壁面をみる割合が高く、壁面を中心として建物を観察する傾向がある。現地実験では植栽を中心としてその周辺の壁面、独立物、駐車物を観察する傾向もみられる。

現地実験の注視点の動きを写真—4、シミュレータ実験の注視点の動きを写真—5に示す。現地実験は横方向に注視の動きが多く、全体的に下方向を見る傾向があり、シミュレータ実験は比較的縦方向の動きもあり、やや上方向を見る傾向がある。シミュレータ実験は現地実験に比べ、注視点から注視点の移動距離が短い。この原因として、両実験の見回しの速度の違いと、シミュレータ画像が枠で囲まれていることがあげられる。

4.4 まとめ

平均注視時間、注視距離については全体的にほぼ一致している。注視対象物については、現地実験、シミュレータ実験ともに建物を構成している対象物の注視比率はよく一致しているが、一部の対象物（地面、植栽、空）において差がみられる。注視順序については両実験とも建物を中心として観察する割合が高いが、現地実験は植栽を中心として観察する傾向も見られる。

5. 結 び

以上の結果より、シミュレータにより提示される模型空間は全体的に実際の空間と一致しており、シミュレータを用いた縮尺模型空間評価実験は十分有効である。また、両空間の差異の主な原因として以下のことがあげられ、これらを考慮することにより模型空間評価実験の有効性をさらに高めることが可能である。

• 模型の問題

(1) 模型空間は実際の空間と比べるとやや活動性に欠ける。この原因として、実際の空間における人や自動車、風などの動き、音などの視知覚以外の要因の影響があげられる。評価を一致させるためには、できる限り現実に近い形で表現する必要があるが、逆に模型で駐車物・移動物といった空間の変化要因を除くことができるために、建物など恒常的なものによる空間構成はとらえやすいと考えられる。

(2) 模型空間は自然物（植栽、空など）の精度により、やや「あいまいな」と評価される傾向がある。模型製作時に観察地点付近を中心に自然物を精密に製作する必要がある。

• 映像の問題

(3) 模型空間は超小型 TV カメラの焦点深度の影響により、正確な奥行き知覚が難しく、模型空間が「あいまいな」と評価される。これはシミュレータ画像に被験者が実験の前に十分に慣れること、将来超小型 TV カメラの自動焦点化により解決されると考えられる。

• 装置の問題

(4) シミュレータ画像に枠組みがあり、見回しの回転速度が一定であるために、シミュレータ画像では方向、視点位置、対象の位置関係の認識に被験者がやや手間取る。これは、シミュレータに慣れること、シミュレータの操作性を高めることにより解決されると考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、信州大学学部生であった久保田勝明氏、堀田雄治氏、名古屋工業大学大学院生の佐々木太朗氏に協力を頂いている。ここに謝意を表します。実験にあたり、被験者として貴重な時間を割いていただいた信州大学、名古屋工業大学の学生諸君に感謝します。

本研究は、平成元年度～2年度文部省科学研究費試験研究(2)課題番号 01850137「建築模型空間シミュレーションメディアの開発とその評価」の一環としてまとめた。

注

- 1) 模型空間の内視装置に関する研究例は参考文献1)～8)がある。
- 2) 参考文献19)～22)
- 3) 参考文献25)
- 4) 超小型 TV カメラは焦点距離を 30 cm 前方に合わせたときのモニター上の映像は、10回の測定実験の結果上下約 34.4°, 左右約 45.1°の画角となっている。
- 5) 小牧市桃花台ニュータウン内にある県営篠岡住宅(中高層集合住宅、敷地面積 約 2.4 ha)を評価対象地とした。
- 6) 前稿(その5)の時点より現在までに次の点を改良している。①ダハプリズムを使用して映像の左右反転を防いだ。②センサーを使用して、起伏に対応するように視点の高さの自動制御を行った。③ステッピングモータを使用して、動きの正確・円滑化を行った。④動作範囲を広くした。
- 7) 参考文献19)
- 8) 前稿(その5)において、VTR映像の有効性を検討している。画像が鮮明であること、画面が回転することにより明瞭性因子の語群の評価が高くなる傾向がある。
- 9) 本研究では、ナック社製 EMR-600 型のアイマーク・レコーダを使用した。
- 10) 同一被験者でない現地実験、シミュレータ実験各1名のデータは、他の4名のばらつきの範囲内であるため使用した。
- 11) 本実験においては、0.2秒以上同位置にある点を注視点と定義した。この設定には参考文献14)～18)を参考にしている。
- 12) 参考文献28)より、立位時に下方向 10°である。

参考文献

- 1) Chuck Myer : Cities in 3-D, Planning, pp.31～37, 1986.
- 2) Peter Bosselmann and Kenneth H. Craik : PERCEPTUAL SIMULATIONS OF ENVIRONMENTS, Me-

- thods in Environmental and Behavioral Research, pp. 162~190, 1987.
- 3) Carl-Axel Acking and Ricard Kuller: PRESENTATION AND JUDGMENT OF PLANNED ENVIRONMENT AND THE HYPOESIS OF AROUSAL, Environmental Design Research, Vol.1.
 - 4) Nickolaus R. Feimer: ENVIRONMENTAL PERCEPTION: THE EFFECTS OF MEDIA, EVALUATIVE CONTEXT, AND OBSERVER SAMPLE, Journal of Environmental Psychology 4, pp.61~80, 1984.
 - 5) 岩田 司, 永幡顕久, 山田 学: シークエンシャルスコープによる新しい都市設計手法の研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 295~296, 1985. 10.
 - 6) 麻生 恵, 鈴木忠義, 小林正幸: モデルスコープシステムの実用化と景観の再現性について, 造園雑誌, 第 49 巻, 第 5 号, pp. 173~178, 1986. 3.
 - 7) 浜野周泰, 麻生 恵, 北沢 清: モデルスコープシステムによる街路樹の植栽パターンの分析について, 造園雑誌, 第 50 巻, 第 5 号, pp. 137~142, 1987. 3.
 - 8) 宮本恵孝, 青山純一, 紺野 昭: モデルスコープシステム映像を用いた都市景観評価の特性に関する研究—模型を用いた景観評価と現地評価との比較—, 第 25 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 289~294, 1990.
 - 9) 黒田正巳: 建築における形の恒常視に関する実験的研究—第三, 鉛直面正方形図形の場合—, 日本建築学会論文報告集, 第 56 号, pp. 48~56, 1957. 6.
 - 10) 黒田正巳: 対向壁の平行知覚に関する実験的研究, 日本建築学会論文報告集, 第 59 号, pp. 123~128, 1958. 6.
 - 11) 和田洋平, 大山 正, 今井省吾編集: 感覚+知覚 心理学ハンドブック, 誠信書房, 1976. 3.
 - 12) 田中良久著: 心理学測定法, 東京大学出版会, 1967. 3.
 - 13) 依田 新, 岡本栄一, 福屋武人編著: 心理学における実験と測定, 日本文化科学社, 1989. 4.
 - 14) 清家 清, 福島駿介: 建築に於ける視覚環境の研究 (アイカメラを用いた実験的研究), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 355~356, 1969. 8.
 - 15) 清家 清, 服部晏之, 恩田 信: 建築空間構成の視覚効果に関する基礎的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 433~434, 1972. 10.
 - 16) 荒木正彦, 橋出憲一, 田中 誠, 杉本忠雄: 情報環境に関する研究—第 1 報 視探索時の眼球運動—, 日本建築学会論文報告集, 第 312 号, pp. 92~99, 1982. 2.
 - 17) 田島 学, 朝倉博樹: アイマークレコーダーによる歩行者の注視特性に関する基礎的研究, 第 18 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp. 151~156, 1983.
 - 18) 森保洋之: 広島基町高層住棟型ファサードモデル形態の視知覚把握の特性について—住宅の集合形態の視知覚的把握に関する建築計画的な研究—その 1—, 日本建築学会論文報告集, 第 410 号, pp. 53~63, 1990. 4.
 - 19) 谷口汎邦, 松本直司: 住宅地における建築群の空間構成と視覚的効果について—建築群の空間構成計画に関する研究—その 1—, 日本建築学会論文報告集, 第 280 号, pp. 151~160, 1979. 6.
 - 20) 谷口汎邦, 松本直司: 住宅地における建築群の空間構成と視空間評価予測に関する研究—建築群の空間構成計画に関する研究—その 2—, 日本建築学会論文報告集, 第 281 号, pp. 129~137, 1979. 7.
 - 21) 松本直司, 谷口汎邦: 住宅地における建築群の空間構成の類型化とその視覚的効果—建築群の空間構成計画に関する研究—その 3—, 日本建築学会論文報告集, 第 316 号, pp. 99~106, 1982. 6.
 - 22) 松本直司, 谷口汎邦: 住宅地における建築群の空間構成の変化と視覚的効果について—建築群の空間構成計画に関する研究—その 4—, 日本建築学会論文報告集, 第 346 号, pp. 143~152, 1984. 12.
 - 23) 松本直司, 久野敬一郎, 山下恭弘: 計画住宅地の建築群の空間知覚評価および評価メディア開発のための基礎的研究, 日本建築学会北陸支部研究報告集, 第 31 号, pp. 195~198, 1988. 6.
 - 24) 松本直司, 久野敬一郎, 谷口汎邦, 山下恭弘: パソコンによる縮尺模型知覚メディア (シミュレータ) の制御, 日本建築学会・情報システム技術委員会, 第 11 回情報システム利用技術シンポジウム, pp. 127~132, 1989.
 - 25) 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—, 日本建築学会論文報告集, 第 403 号, pp. 43~51, 1989. 9.
 - 26) 久保田勝明, 松本直司, 谷口汎邦, 山下恭弘, 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.
 - 27) 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.
 - 28) 日本建築学会編: 建築設計資料集成 3 単位空間 I, 丸善, 1980. 7.

(1991年6月10日原稿受理, 1991年11月14日採用決定)