

住宅の居間における照明の心理的効果に関する研究 その2

— CGシミュレーションによる雰囲気の実験の検討—

小野 泰* 多田 直樹** 島田和子***

A study on the psychological effect of lighting for living room

- The possibility of experimental research on psychological effect of atmosphere by CG simulation -

Abstract

According to the research in the past, the analysis of the atmosphere of an optical environments of the living room in the houses were experimented chiefly by a actual scene and a model of those. If an optical environment will be appropriately evaluated by experimenting on atmosphere by the CG simulation, the restrictions of the subjects and the places at the experiment will be reduced, and we become to able to analyze the atmosphere of an optical environment of the living room under the various variables. So, we simulated the model of an actual space of the past research by CG, and evaluated by adjectives the atmosphere of those illumination scenes. By comparing the structure of the meaning space between the actual space and CG, we can confirm the effectiveness of CG simulation. Next, we simulated the atmosphere of the living room under the following conditions. (way of lighting: illuminates directly, illuminates indirectly, and illuminates partially, kind of light :white heat light and fluorescent lamp). And we analyzed the relation between the three behaviors (Chat, Relaxation, and Entertain). As a result of the analysis of two experiments, an optical environment of the reality can be reproduced by the CG simulation including the physical intensity of the brightness of illumination. Moreover, it was elucidated that those two atmospheres had an almost equal semantic structure by the analysis by the SD method.

キーワード：光環境 SD法 照明 行為 居間

Keywords : SD method , Lighting , behavior , Living room

1. 研究の目的

居間の光環境の雰囲気の実験は、既往の研究によると、主として実物、模型により実験、分析されてきた。CGシミュレーションによる雰囲気の実験によっても評価が適切に行われるなら、実験の被験者および、場所的な制約が軽減され、多様な実験、分析が可能になると思われる。本研究はまず、実験1で、既往研究による実物実験のモデルをCGでシミュレーションし、照明シーンの雰囲気の形容詞による評価から、その意味空間の構造を比較分析してその有効性を確認する。次に、照明方式を(直接照明、間接照明、局部照明)、光源を(白熱灯、蛍光灯)とする照明条件下での居間の雰囲気の意味構造を分析し、居間で行われる「だんらん」「くつろぎ」「もてなし」の行為との関連を分析する。

2. 実験1 往実験とCGシミュレーションの比較

2-1 実験

1 : CGシミュレーション 照明条件 照明シーン

CGシミュレーションをするモデルとして、居間の光環境について年齢差の分析目的に、野村ら、が実験を行った住宅のリビング(住宅メーカーの展示室)を想定した(図1)。リビングは巾6.0m、奥行き4.5m、天井高さ2.6m(図1)。照明シーンの提示サンプルはVector worksによる3D画像を光シミュレーションソフト(Light scape)によって光環境をシミュレーションした。

照明シーンは、壁直付け、ダウンライト(3種)、天井直付け(2種)、フロアスタンド(2種)、天井埋込み)の9種類の照明方式を組み合わせた14の照明シーンを作成した。

14シーンは、天井直接照明のないシーン(S1-S4)、蛍光灯による天井直付け照明のシーン(S5-S8)、白熱灯による天井直接照明シーン(S9-S13)と天井埋め込み照明のシーン(S0)で構成した。(図2)に天井直付け白熱灯と白熱壁直付灯のシーン(S6)を示す。野村が行った1

*建築学科 **広成建設 ***大学院博士課程

4照明シーンのソファ上で実測した照度と、CGシミュレーションによって再現した照度は、ほぼ同等であった(表1)。

2-2: 評定実験

評定は、野村実験と同じ25対の形容詞による7段階の評定を行った。画像の提示は、17インチの液晶モニター画像を使用し、被験者と画像距離は1m程度とし、1回の評定実験は画像の大きさと、見る角度を考慮して、1人から3人程度で実施した。被験者は建築学科の学生15名に評定を実施した。

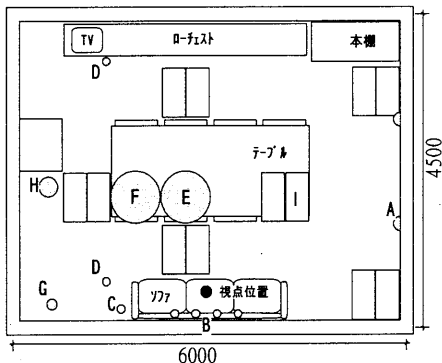


図1 実験1の平面と照明器具配置

表1 実験1の照明パターン

シーン	壁直付タカライト				天井直付		床置		天井実物埋込照明	CG照度
	A	B	C	D	E	F	G	H		
S1	○						○	○		36
S2	○	○					○	○		20
S3	○			○			○	○		53
S4	○	○		○			○	○		213
S5					○					167
S6	○				○					181
S7			○		○					190
S8	○				○		○	○		205
S9						○				40
S10	○					○				55
S11	○					○	○	○		80
S12	○			○		○	○	○		99
S13		○				○				201
S0								○		917



図2 実験1の照明シーン (S-6)

2-3: 因子分析

因子分析の結果、第1因子は、形容詞対(明るいー暗い、派手ー地味)に代表される「活動・明暗性」因子、第2因子は(居心地のいい、安らぎのある、暖かいー冷たい)に代表される「安らぎ・冷暖性」因子、第3因子は(爽やかなー、すっきりしたー)などの「爽やか性」因子と命名した主要3因子が抽出され、累積寄与率は89.5%になった。野村らの研究と比較すると、「安らぎ・冷暖性」の第1因子と、「活動・明暗性」の第2因子の因子順は入れ替わるが、第3因子に「爽やか性」の因子を共通にする、因子構造が求まり、実物実験による雰囲気の意味構造が、CGによるシミュレーション画像によってもほぼ再現可能と思われる(表3)。

表2 実験1の因子負荷(回転後) 表3 野村による因子

形容詞対	因子負荷				共通性	因子	形容詞対
	F1	F2	F3	F4			
F1 活動性 (明暗性)	静かなー	0.96	-0.23	-0.04	0.12	0.98	F1 居心地良いー 親しみー 安らぎー 柔らかいー 暖かいー 弛緩したー 上品なー 落ち着きのあるー 楽しいー 明るいー F2 賑やかー 活動性 派手なー 陽気なー 鮮やかー 眩しくないー はっきりしたー 広いー 軽快なー F3 清潔なー 爽やかなー すっきりしたー 洗練したー 開放的なー
	派手なー	-0.96	0.07	0.19	-0.06	0.97	
	広いー	-0.95	0.21	0.18	0.03	0.96	
	変化のあるー	-0.94	0.18	0.01	-0.07	0.96	
	賑やかー	-0.94	0.30	0.09	-0.15	0.98	
	鮮やかー	-0.93	0.07	0.25	-0.13	0.97	
	開放的なー	-0.93	0.34	0.04	-0.03	0.98	
	明るいー	-0.90	0.08	0.38	-0.06	0.95	
	楽しいー	-0.90	0.39	0.15	-0.05	1.00	
	陽気なー	-0.88	0.42	0.18	-0.06	1.00	
	清潔なー	-0.88	0.00	0.40	0.04	0.94	
	落ち着きー	0.86	0.36	-0.02	0.30	0.88	
	はっきりしたー	-0.86	-0.18	0.41	-0.20	0.96	
軽快なー	-0.84	0.49	0.18	-0.06	0.98		
眩しくないー	0.84	0.26	-0.31	0.29	0.96		
F2 安らぎ性 (冷暖性)	居心地良いー	0.12	0.97	0.00	-0.18	0.92	
	安らぎー	0.16	0.96	-0.13	0.08	0.92	
	親しみー	-0.12	0.94	0.12	-0.08	0.91	
	弛緩したー	-0.24	0.90	-0.20	0.04	0.89	
	柔らかいー	-0.46	0.86	0.03	0.08	0.94	
	暖かいー	-0.53	0.82	-0.01	-0.11	0.94	
F3 爽やか性	上品なー	-0.42	0.72	0.24	0.23	0.82	
	爽やかなー	-0.42	0.16	0.82	-0.24	0.70	
	すっきりしたー	-0.32	-0.51	0.64	0.04	0.61	
洗練したー	0.29	-0.04	-0.13	0.40	0.39		
二乗和	13.44	6.92	2.03	0.62	22.53		
寄与率	53.8%	27.7%	8.1%	2.5%			
累積寄与率	53.8%	81.4%	89.6%	92.0%			

:各因子の共通形容詞対

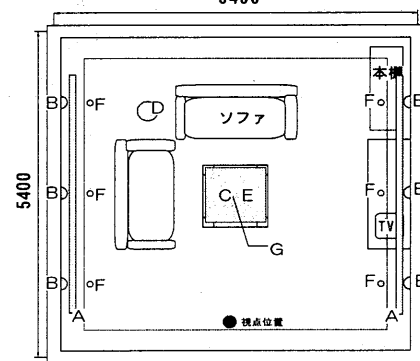


図3 実験2の平面と照明器具配置

3. 実験2 CGシミュレーション2

3-1 実験

部屋は巾 5.4m、奥行き 5.4m、天井高さ 2.6m の住宅のリビングを想定した(図3)。照明条件は、室中央天井に 45cm 角のパネルを縦横3列に配置し、周囲の8パネルを直接照明とし、中央にペンダント照明を設置した。

間接照明として天井パネル背面と周囲の壁上部の2箇所の間接照明を配置し、局部照明として、壁灯、ダウンライト、フロアスタスタンド以外の照明の光源として、白熱灯と蛍光灯の2種の色温度の光源に対応できる

表4 実験2の照明パターン

照明シーン	直接照明		間接照明				局部照明					
	天井直付		天井	壁		壁灯	ペンダント	ダウンライト	フロアスタ			
	C	C	E	E	A	A	B	B	G	G	F	D
	蛍光	白熱	蛍光	白熱	蛍光	白熱	蛍光	白熱	蛍光	白熱	蛍光	白熱
S-1	○	30cd										
S-2		○	30cd									
S-3	○	7cd										
S-4		○	7cd									
S-5	○	20cd										
S-6		○	20cd									
S-7			○		○							
S-8				○		○						
S-9			○		○							○
S-10				○		○						○
S-11			○				○					
S-12				○			○					
S-13							○					○
S-14								○				○
S-15									○			○
S-16										○		○
S-17					○				○			
S-18						○				○		
S-19										○		○
S-20											○	○
S-21												○

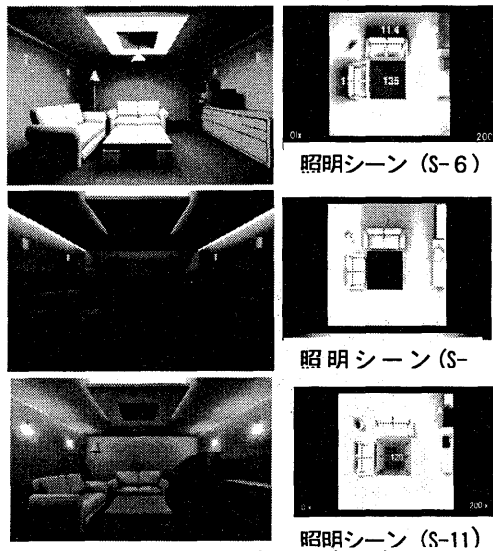


図4 照明シーンと床の照度分布

ようにした。天井直付けの白熱灯と蛍光灯に切り替えられる直接照明は部中央の机上での照度を (30, 77, 200lx) の3段階に変化させ、総計 21 の照明シーンのCGを作成した(表4)。代表的な、蛍光灯による天井直付照明のシーン(S-6)、白熱灯による間接照明のシーン(S-7)、天井間接照明と壁灯のシーン(S-11)を(図4)に示す。

表5 実験2の因子分析(回転後)

形容詞対	因子負荷				共通性	
	F1	F2	F3	F4		
活動性 明暗性	清潔な-	0.86	0.27	0.39	0.04	0.98
	ひろい-	0.84	0.46	0.21	0.04	0.97
	活気のある-	0.82	0.40	0.39	0.08	0.99
	非日常的な-	0.80	0.27	0.51	0.03	0.98
	すっきりした-	0.80	0.16	0.48	0.16	0.92
	はっきりした-	0.78	0.28	0.53	0.16	0.99
	眩しくない-	0.77	0.37	0.46	0.21	0.99
	居心地よい-	0.77	0.49	0.13	0.29	0.93
	にぎやかな-	0.75	0.45	0.44	0.12	0.98
	明るい-	0.73	0.40	0.41	0.05	0.97
	上品な-	0.67	0.55	0.06	0.47	0.98
	親しみのある-	0.65	0.63	0.29	0.27	0.97
居心地性 冷暖性	暖かい-	0.35	0.91	0.17	0.02	0.99
	柔らかい-	0.36	0.91	0.11	0.08	0.97
	弛緩した-	0.36	0.88	0.04	0.18	0.94
	安らぎのある-	0.06	0.69	0.05	0.67	0.94
単純性	単純な-	0.27	0.13	0.85	0.23	0.88
	特徴のある-	0.37	0.07	0.84	0.08	0.85
	幻想的な-	0.54	0.01	0.65	0.13	0.91
落ち着き性	落ち着きのある-	0.33	0.24	0.55	0.70	0.97
二乗和	8.14	5.03	4.01	1.56	19.10	
寄与率	40.68%	25.16%	20.07%	7.78%		
累積寄与率	40.68%	65.85%	85.91%	93.69%		

表6 実験2の因子得点

シーン	F1	シーン	F2	シーン	F3
S-11	1.72	S-10	1.30	S-4	1.79
S-13	1.43	S-6	1.24	S-3	1.77
S-5	1.13	S-4	1.21	S-2	1.49
S-14	1.06	S-12	1.11	S-6	1.42
S-12	1.04	S-20	1.10	S-19	0.76
S-3	0.98	S-8	1.08	S-5	0.66
S-9	0.83	S-14	0.99	S-11	0.66
S-6	0.64	S-19	0.64	S-1	0.62
S-7	0.13	S-21	0.63	S-13	0.18
S-8	-0.15	S-5	0.58	S-16	0.11
S-4	-0.15	S-18	0.11	S-15	-0.27
S-20	-0.22	S-2	-0.17	S-21	-0.42
S-10	-0.37	S-15	-0.40	S-12	-0.47
S-19	-0.49	S-16	-0.70	S-17	-0.65
S-17	-0.51	S-7	-0.86	S-14	-0.74
S-18	-0.52	S-17	-1.15	S-10	-0.76
S-21	-0.66	S-11	-1.21	S-20	-0.82
S-1	-1.12	S-3	-1.23	S-8	-1.01
S-16	-1.19	S-9	-1.36	S-9	-1.11
S-15	-1.46	S-13	-1.43	S-7	-1.15
S-2	-2.11	S-1	-1.51	S-18	-2.05

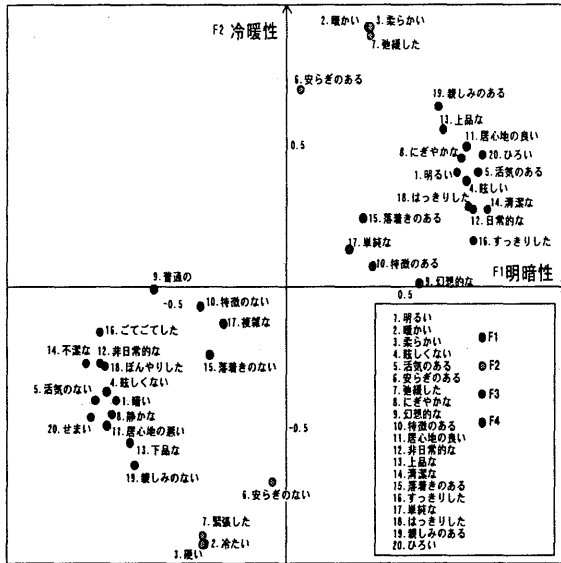


図5 因子負荷の空間配置 (実験2)

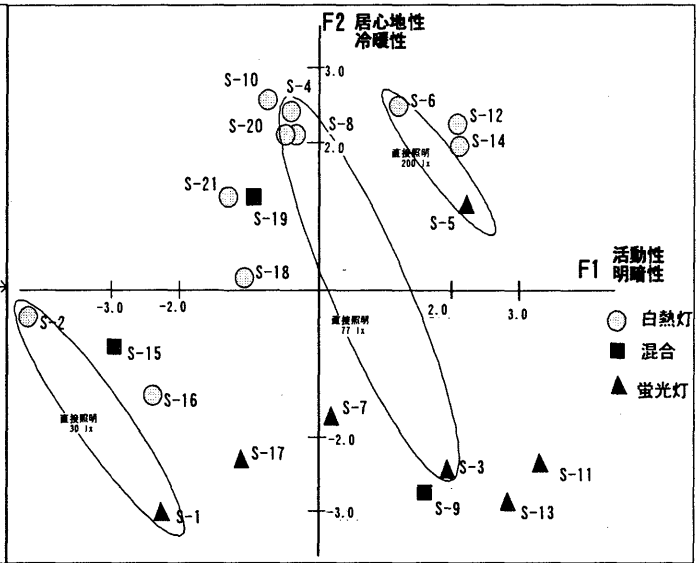


図6 因子得点の空間配置 (実験2)

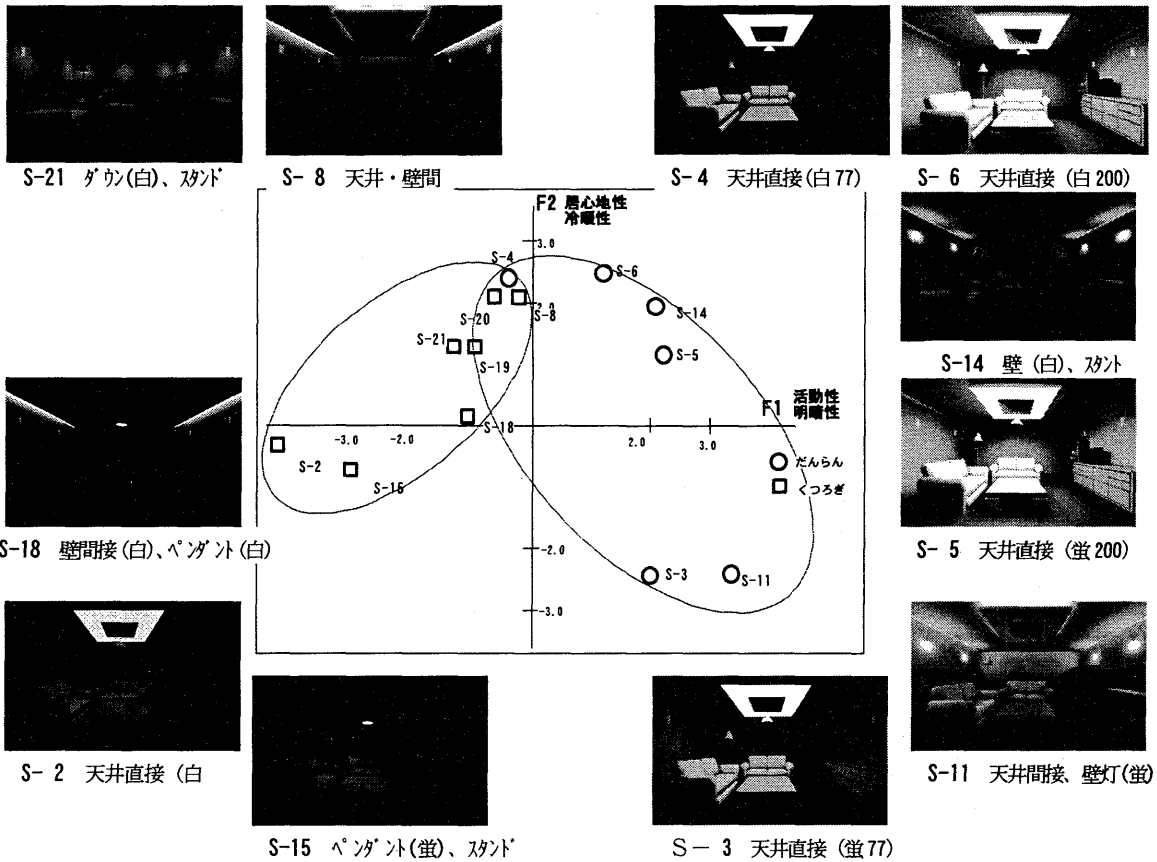


図7 活動性、安らぎ因子と「だんらん」「くつろぎ」にふさわしい照明シーン(実)

評定形容詞対は、光環境に関する既往研究、建築空間の研究から30形容詞対を選定した。実験2では、A4版の印刷画像によるサンプルによって、5段階の評定実験を行った。

さらに、「好き-嫌い」、および居間での行為と照明シーンの関連分析のために、「だんらん」、「くつろぎ」、「もてなし」の行為に対して、各シーンの快適性を5段階で評定実験を行った。「だんらん」は、家族とTVを見たり、ゲームする場面を、「くつろぎ」は、一人で音楽を聴いたりする場面を、「もてなし」は友人を招いてパーティを催す場面を想定させた。被験者は建築学科学生20名。

3-2 実験の分析

1: 照度分布

Light scapeによる照度分布の計算では、天井直付けの蛍光灯だけのシーン(S-6)では机上(135 lx)周辺の壁付近で(40 lx)程度の照度が得られた。天井間接照明と壁灯による照明シーン(S-11)では机上(120 lx)、壁付近(80-90 lx)となり、直接照明だけのシーンに比して、床面での均一な照度が得られた(図4)。

2: 因子分析

照明シーン数を考慮して、30の形容詞対を20対に厳選して因子分析を行った。第1因子は形容詞対(清潔な、活気ある、明るい)に代表される「活動・明暗性」因子、第2因子は(暖かい、安らぎの)の「安らぎ・冷暖性」因子、第3因子に(単調な、特徴のある)の「単純性」因子の主要3因子が抽出された(表)。

これら3因子は既往の研究における因子構成にほぼ一致した結果が得られた。第4因子の(落ち着きある)は、上記3因子への負荷が高い因子となっている。

3: 明るさ、蛍光・白熱灯の比較

第1因子の「活動・明暗性」、第2因子の「安らぎ・冷暖性」を軸に、各シーンの因子得点を空間配置した(図6)。第1軸の「活動・明暗性」因子では壁灯と天井間接照明を組み合わせたシーン(S-11, 12, 14)、高照度の直接照明のシーン(S-3, 5)などの因子得点が高く、対極に(S-1, 2)の低照度の直接照明のシーンとペンダント、スタンドによるシーン(S-15, 16)が、第2軸の「安らぎ・冷暖性」因子では、高得点に白熱灯による照明シーンが、対極では蛍光灯のシーンがきれいに分かれている状況が分析された(表6)。

机上照度を(30 lx(S-1, 2)、70 lx(S-3, 4)、200 lx(S-5, 6))の3段階にした天井直付けの直接照明のみに

よるシーンは、照度が高くなるにしたがって第1軸の活動性・明暗性の得点が高くなり、その蛍光灯と白熱灯の差が第2軸に現れた(図6)。

4: 行為の分析

「だんらん」「くつろぎ」「もてなし」の各行為に対する照明シーンの評定値から、行為間の相関係数を求めると、「だんらん」と「もてなし」の相関係数は(.95)ときわめて高く、「くつろぎ」とは有意な相関でながら、(.6程度)と若干低い。雰囲気の評定した形容詞と行為をジョイントした因子分析では、「だんらん」「もてなし」は「活動・明暗性」の第1因子に、「くつろぎ」は「安らぎ・冷暖性」の第2因子に組み込まれた結果となった。このことは、行為と各因子を構成する形容詞対の相関係数からも分析され、特に「くつろぎ」は第2因子の形容詞対(柔らかい、弛緩した、安らぎ)のほか、第1因子の形容詞対(ひろい、居心地、親しみ)とも相関が高い。

「だんらん」「くつろぎ」に対して高い評価の照明シー

表8 各行為と形容詞の相関係数

変数名	行為				
	だんらん	もてなし	くつろぎ	好き	
活動性 明暗性	清潔な	0.95	0.96	0.66	0.69
	ひろい	0.90	0.94	0.76	0.78
	活気のある	0.97	0.98	0.69	0.68
	非日常的な	-0.94	-0.95	-0.71	-0.69
	すっきりした	0.89	0.91	0.54	0.50
	はっきりした	0.96	0.96	0.58	0.57
	眩い	-0.97	-0.97	-0.57	-0.56
	居心地よい	0.78	0.81	0.87	0.85
	にぎやかな	0.97	0.97	0.64	0.64
	明るい	0.95	0.95	0.64	0.70
居心地性 冷暖性	上品な下品	0.62	0.66	0.92	0.91
	親みのある	0.83	0.85	0.90	0.87
	暖かい	0.71	0.72	0.66	0.65
	柔らかい	0.68	0.68	0.71	0.70
単純性	弛緩した	0.59	0.62	0.73	0.66
	安らぎのある	0.18	0.20	0.74	0.74
	単調な	0.72	0.68	0.14	0.12
落ち着き	特徴のある	-0.68	-0.65	-0.43	-0.35
	幻想的な	-0.79	-0.77	-0.28	-0.37
落ち着き	落ち着きのある	-0.54	-0.49	0.25	0.24

表10 行為間の相関係数

	だんらん	くつろぎ	もてなし
だんらん	1.00		
くつろぎ	0.59 **	1.00	
もてなし	0.99 **	0.62 **	1.00

**:.1%

ン(表9)を、その因子得点により第1、2因子軸上にプロットした(図7)。

「だんらん」は第1因子軸「活動・明暗性」の高い照明条件下で、「くつろぎ」は第2因子軸「活動性・明暗性」が中庸以下で、「安らぎ・冷感性」が幾分高い照明下で快適に行われることが分析された。

また、「だんらん」、「くつろぎ」の双方が快適に行われる照明シーンは、(図7)で双方の行為に快適なシーンの重なりから、「活動・明暗性」が中庸で、「安らぎ・冷暖性」が高いシーンとして分析された。

「だんらん」は照度の高い直接照明(S-3、4、5、6)、天井間接照明と壁灯の組み合わせ(S-12、14)、「くつろぎ」は、ペンダントに壁灯(S-19、20)、スタンド(S15、16)、壁間接照明(S-17、18)などの局部照明を組み合わせたシーンの評価が高い。

5: 好き嫌いと照明シーン

「好き嫌い」と形容詞の相関関係を求めると、行為における「くつろぎ」と同一の傾向が見られた。

表9 各行為と照明シーン

シーン	だんらん	シーン	くつろぎ	シーン	もてなし
S-5	4.87	S-12	3.93	S-5	4.87
S-6	4.33	S-14	3.87	S-6	4.53
S-12	3.73	S-13	3.67	S-12	3.80
S-4	3.33	S-19	3.67	S-14	3.73
S-3	3.33	S-11	3.60	S-11	3.47
S-14	3.20	S-04	3.53	S-3	3.40
S-11	3.00	S-20	3.53	S-4	3.33
S-13	2.60	S-21	3.33	S-13	2.87
S-19	2.13	S-3	3.20	S-20	2.53
S-20	2.07	S-5	3.07	S-19	2.40
S-10	2.00	S-10	3.00	S-8	2.27
S-21	1.87	S-8	3.00	S-10	2.13
S-8	1.87	S-6	2.60	S-9	2.00
S-9	1.67	S-7	2.60	S-21	1.93
S-7	1.47	S-18	2.53	S-7	1.93
S-17	1.33	S-2	2.33	S-18	1.53
S-18	1.27	S-9	2.27	S-17	1.47
S-2	1.27	S-16	2.20	S-15	1.40
S-15	1.20	S-15	2.13	S-2	1.33
S-16	1.07	S-17	2.00	S-1	1.33
S-1	1.07	S-1	1.67	S-16	1.27

5. 結論

: 既往研究を参照して行った、CGによるシミュレーションによる光環境の雰囲気と行為の分析の、第1実験では、(Vector works) と (Light scape) によるシミュレーション画像の作成、17インチの液晶画像による評定

でも、年齢差を主な変数とした、野村による実物実験とほぼ同等な主要3因子が求まり、年齢差なども変数とする実験が将来的に可能と思われる。

実験2では、

今回使用した光環境のシミュレーションソフト (Light scape) は、シミュレーション作成と同時に、照度、輝度の定量的な分析が可能でソフトであり、実物実験を補完する有力な実験手段と考えられる。

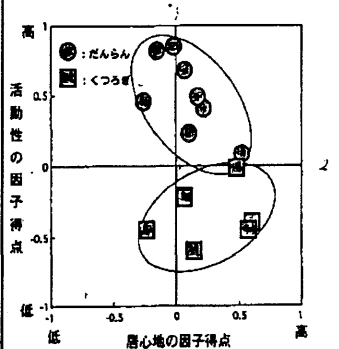
付表1 形容詞対

評価性	上品な-下品な	力量性	柔らかい-固い
	清潔な-不潔な		弛緩した-緊張した
	楽しい-ない	照明性	明るい-暗い
	洗練した-野暮な		はっきりした-ぼんやりした
評価性 (居住)	華やかな-平凡な	空間性	眩しくない-眩しい
	爽やかな-うつろしい		開放的な-閉鎖的な
	居心地良い-悪い		広い-狭い
	親しみのある-ない	単複性	単純な-複雑な
落ち着きのある-ない	すっきりした-ごちゃごちゃした		
活動性 (色)	安らぎのある-ない		特徴のある-ない
	暖かい-冷たい	変化性	変化のある-ない
	派手な-地味な		幻想的な-普通の
	陽気な-陰気な	非日常的な-日常的な	特徴のある-ない
活動性	にぎやかな-静かな		
	活気のある-ない		
	動きのある-ない		

付表2 明石分析による因子

	F1	F2	F3
明るい-暗い	0.99	-0.11	0.06
軽やかな-重厚な	0.96	-0.06	0.12
にぎやかな-寂しい	0.98	-0.04	-0.17
活気のある-ない	0.97	0.10	-0.18
広々と狭苦し	0.97	-0.16	0.10
派手な-地味な	0.94	0.18	-0.23
陽気な-陰気な	0.94	-0.30	-0.07
静かな-うるさい	-0.93	-0.27	0.05
幻想的な-日常的な	-0.90	-0.20	-0.34
鮮やかな-くすんだ	0.87	0.27	-0.34
カジュアル-爽やか	0.08	0.97	0.02
居心地のよい-悪い	0.41	-0.96	-0.20
暖かい-冷たい	0.27	-0.87	-0.11
親しみのある-ない	0.53	-0.79	-0.15
安らぎのある-ない	-0.49	-0.78	-0.25
爽やかに-くすんだ	-0.49	0.47	-0.63

付図1 明石分析による、だんらん、くつろぎにふさわしいシーンの空間配置



明石行生ほか「住宅リビングルームにおける行為に対応した照明条件」、照明学会誌、Vol.78、No.11、1994

長町ほか「室内照明、情緒工学的研究」、人間工学、Vol.21、No.5、p265-272、1985

田淵、中村、長谷川「雰囲気分析に基づくリビング空間の照明技法の開発」、照明学会誌Vol.69.No.1.p35-41.1985

野村ほか「住宅照明環境が高齢者に与える影響に関する研究」、日本建築学会計画系論文集、第515、p119-124、1998