

住宅の空間構成手法と室内環境形成との関連性に関する研究(2) (梗概)

高橋 公子

1. はじめに——研究目的、ならびに、1984年度に実施した研究との関連性について

本研究は、1984年度の研究助成による『住宅の空間構成手法と室内環境形成との関連性に関する研究』の継続研究である。

住宅設計に当たって、設計者は自己の経験に照らし合せながら、様々な設計手法を用いて、施主が要求する設計条件を空間言語へと翻訳する作業を行っている。これらの設計手法の複合は、心理的環境にメリットを与え、空間を魅力あるものにする一方、物理的環境にデメリットをもたらす要因を生み出す恐れがある。

一方、建築計画原論と建築設備とを統合した環境工学は、飛躍の成果を挙げているにもかかわらず、研究分野が細分化されたために、成果の多くは各分野の専門家だけしか理解できないような内容であるといえる。現段階では、これら研究成果を統合して建築設計へ反映させることが可能な設計資料への分析のし直しは無論、整理、翻訳、単純化などの作業は全く行われていない。

このため、現時点では、設計段階で環境工学の研究成果である多数のデータや数式を判断材料として、設計対象空間に形成される心理的・物理的環境全般を予測することは不可能であるといつてよく、室内環境に関する計画は、全て設計者の勘や経験だけに基づいている。

最近の住宅では、質的向上が要求されており、その一環として空間の演出性を重視する傾向にあり、工業化住宅でさえも既製品のトップライトを設置する事例が多くなっている。しかし、多くの場合、漠然とした心理的效果のみに着目して、安易に設置されていると思われる。これは、トップライトの水密性・気密性等、建築部品単体としての性能の検討のみが詳細に行われていて、設置空間内の環境形成に関する性能は全く検討されていないためであると考えられる。

先の研究では、このような背景のもと、トップライトに焦点を絞って研究を始め、居住者に対するアンケート調査や居住状態の住宅における環境測定例等から、①トップライトのある住宅の居住者は、採光や日射の確保等の物理的環境制御機能の他、心理的效果を高く評価している。②トップライトの形状、属性によっては、室内

物理環境が劣悪になる恐れがあるなどを明らかにした。

ところで、アンケートの調査対象住宅は、トップライトの形状、面積などの属性、設置空間などに関して、種々のものが混在していたため、空間そのものの属性による心理的效果とトップライトの空間演出性による心理的效果との分離が不可能であった。また、属性の分類があまりにも多岐にわたり、トップライトにかかわる各要素に対する母数が少数であったため、統計解析することも不可能であった。このため、トップライトにかかわる要素と心理的效果との関連も不明であった。

物理環境の測定調査対象住宅に関しては、気密性能、断熱性能などのシェルター性能が異なる上、トップライトに関する属性も大きく異なっていたために、測定結果をそのまま一般論とすることは困難であった。実在の住宅を対象とした物理環境測定では、対象住宅間の条件調整が不可能に近く、ケース・スタディ的研究となってしまうため、特定の住宅に対象を絞った詳細な測定を実施した方が有用な結果が得られると思われる。

今回の研究では、これらを考慮して、以下に述べるような実物大模型実験を用いた被験者実験や居住状態の住居における実測などにより、定量的設計資料を作成するための基礎データを整備することを目的とする。

まず、心理評価実験に関しては、トップライトを有する標準的な住空間を想定して、住宅・建材メーカーの協力を得て実物大模型を作製する。模型で自由に設定できるトップライトにかかわる要因は、①開口面積 ②開口パターン ③天井高であり、これら諸要因とトップライトが住空間に与える心理的效果との関係を被験者を用いた心理評価実験により明らかにする。

従来の研究では、縮尺模型を用いた心理評価実験が行われた例が多かったが、臨場感に難点があると考えられる。特に、トップライトの心理的效果の場合には、トップライトを透過した光の壁面等への差し方、その変化などを被験者が肌で感じられることが必要であると考えられ、空間全体に被験者が包み込まれることが望ましい。実際のある居住空間を利用する実験は、トップライトに関連する物理的諸条件を自由に設定できないこと、複数の空間を利用する場合には、トップライトにかかわる要因以外の空間構成要素が千差万別であることなどに

り、事実上、実験を行うことが不可能である。今回の実物大模型実験を使用した心理評価実験は、こうした意味で、実験手法上、数多くの利点を有しており、心理的効果の定量化も可能であると考えられる。

次に、トップライトの物理的効果に関しては、トップライトを持つ住宅において、夏季、トップライトから室内に侵入する日射、および、日光が室内に及ぼす影響を温熱・光環境に関する実測により検討する。特に、室内への日射熱の侵入を防止し、日光を導入する効果がある、日除けの設置位置、透過率などとその効果について、詳細な検討を行う。

2. 日除けのあるトップライトの光・熱性能に関する実測

2.1 はじめに

トップライトから得られる日光の照明への利用は、自然エネルギー有効利用の観点から重要である。しかし、日光を導入することは、同時に日射熱を室内に導入することになる。従って、日光利用の計画を行う場合には、十分な日光の導入とともに十分な日射遮蔽を工夫することが大切である。本項では、日除けとしてサンスクリーンを屋外、室内に設置したトップライトに着目し、実在する住宅のトップライトにおける実測をもとに、トップライトが日光および日射熱に対してどのような効果を持つかを日射照度の日射量に対する比、すなわち発光効率¹⁾⁴⁾を用いて評価を行った結果について報告する。

2.2 実測概要

実測対象としたトップライト（東京都田園調布・T邸）を図2.1に示す。この住宅は、2階吹抜けの屋根部分にトップライトが付けられている。トップライトの部分の断面および主たる測定項目を図2.2に示す。実測期間を表2.1に示す。実測は、7月27、28日にサンスクリーンが外付け、内付けの場合について行った。

2.3 実測結果および考察

2.3.1 サンスクリーンの日光に対する性能

図2.3に(1)式より算出した日光の透過率の経時変化を示す。

$$\tau = E\tau / E \dots (1)$$

日光の透過率は、サンスクリーン外付け、内付けいずれの場合も0.1~0.2となっている。従って、サンスクリーンの外付けと内付けの日光に対する性能は、ほぼ同一と考えてよい。すなわち、サンスクリーンが外付けであっても、内付けであっても光に関する性能はほとんど変わらないことを示している。13時から17時まで多少異なる部分があるのはサッシの影響である。

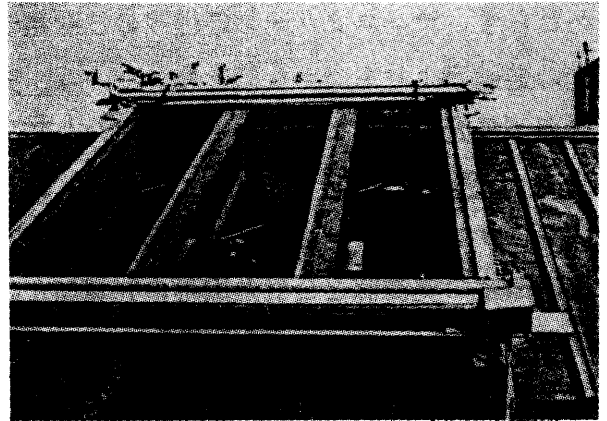
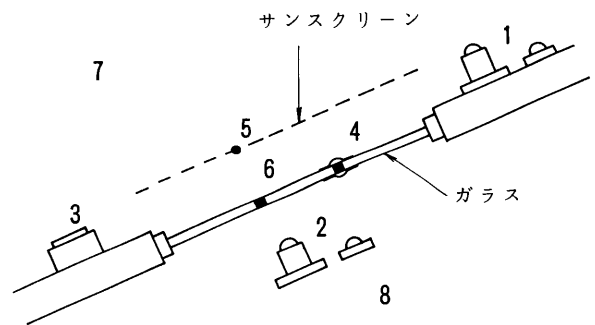


図2.1 実測対象トップライト



1. 入射日射量および昼光照度
2. 透過日射量および昼光照度
3. 外表面総合熱伝達率推定用黒色銅板温度
4. 熱コンダクタンス推定用黒色アルミ箔温度
5. サンスクリーン表面温度
6. トップライトガラス温度
7. 外気温
8. 室温

図2.2 トップライト部分の断面および主たる測定項目

表2.1 実測期間

サンスクリーン	実測期間 (1987年)	
外付け*	7/27 13:14 ~	7/28 12:54
内付け**	7/28 14:33 ~	7/29 12:58

* 寸法は2000^{mm}×2300^{mm}、ガラス面までの距離は、130^{mm}。
** 寸法は1800^{mm}×2230^{mm}、ガラス面までの距離は、230^{mm}。

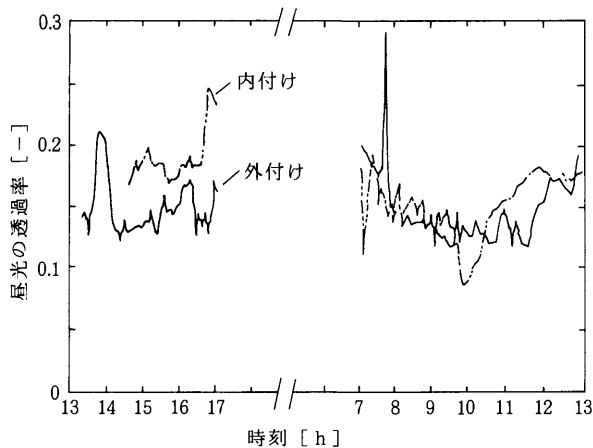


図 2. 3 昼光の透過率の比較

表 2. 2 日射熱取得率算出のための物性値

	サンスクリーン 外付け	サンスクリーン 内付け
N_1	0.20 ± 0.02	0.37 ± 0.09
N_2	0.31 ± 0.08	0.68 ± 0.11
α_{1T}	0.20 ± 0.02	0.08
α_{2T}	0.01	0.39 ± 0.03
h_0	22.70 ± 3.30	22.70 ± 3.30
h_1	7.00 ± 0.40**	30.60 ± 14.65
C_m	44.00 ± 27.67	34.80 ± 18.55

* 外付けでは添字 1 がサンスクリーン, 2 がガラス, 内付けでは添字 1 がガラス, 2 がサンスクリーン。

** ふく射成分を 5.8 とし, 対流成分は自然対流時の式より求めた。

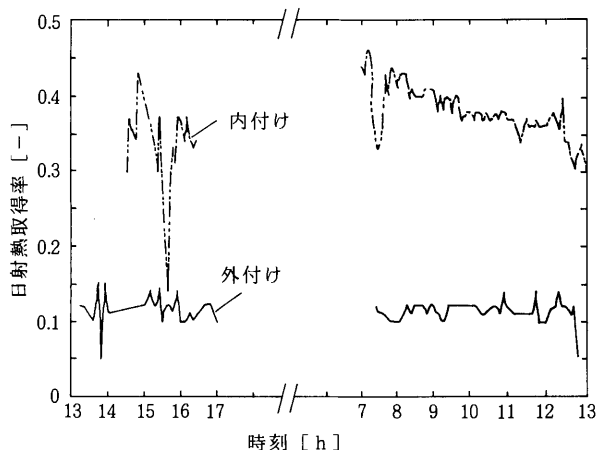


図 2. 4 日射熱取得率の比較

2. 3. 2 サンスクリーンの日射熱に対する性能

日射熱取得率を(2)式より算出することにした。

$$g = \{I\tau + (N_1 \cdot \alpha_{1T} + N_2) \cdot I\} / I \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{ここで, } N_1 = U/h_0 \dots\dots\dots(3)$$

$$N_2 = N_1 + U/C_m \dots\dots\dots(4)$$

$$\alpha_{1T} + \alpha_{2T} = 1 - (\rho_T + \tau_T) \dots\dots\dots(5)$$

表 2. 2 に(2)式の分子第 2 項 N_1 , N_2 , α_{1T} , α_{2T} の値を示す。これらの値は, 参考文献 3) の方法に準じて求めた。また, N_1 , N_2 の算出に用いた内外表面総合熱伝達率, 熱コンダクタンスの値も表 2. 2 中に示した。 α_{1T} , α_{2T} の算出に必要な τ_T は, 実測した入射および透過日射量 I , $I\tau$ より算出した。反射日射量は測定できなかったので(5)式中の ρ_T は, トップライトの窓枠の面積を考慮して算出した。

図 2. 4 に日射熱取得率の時刻変化を示す。図 2. 4 より, 日射熱取得率の値は, サンスクリーン外付けの場合には概ね 0.12, サンスクリーン内付けの場合には 0.30~0.43 となっている。従って, サンスクリーンを内付けにするよりも外付けにする方が, 日射熱遮蔽の観点からみると効果がある。サンスクリーン外付けの日射熱取得率が内付けのそれより小さくなるのは, サンスクリーンに吸収された日射熱が外付けの場合に室内側に放出されにくいからである。

日射熱取得率は(2)式に示したように日射の透過成分と吸収成分の一部からなる。それにもかかわらず, サンスクリーン外付けの日射熱取得率が図 2. 3 に示した昼光の透過率よりも小さな値となったのは, 実測から求めた日射の透過率が昼光のそれよりも小さくなったためである。

図 2. 3 で述べたように光環境に関するサンスクリーンの外付けと内付けの昼光に対する性能はほとんど変わらないので, 外付けのサンスクリーンを用いた方が, 少ない日射熱の進入にもかかわらず内付けの場合と同じ光性能を得られることがわかる。

外付けの場合は, 汚れに対するメンテナンス, 風雪に対する考慮が必要となる。

2. 3. 3 トップライトの発光効率

図 2. 5 にサンスクリーン外付け, 内付けのそれぞれの場合における, 透過照度の実測値と日射熱取得の計算値との比較を示す。図中の実線および破線は, 最小二乗法によって求めた回帰直線である。これらの直線の傾きは昼光の発光効率と同じ単位を持ち, 日除けのある窓の昼光の導入効果および日射熱遮蔽効果を評価する指標としてよいと考えられる。この発光効率の値を表 2. 3 に示す。なお, 実測結果から求めた昼光そのものの発光効率は 116 lm/W となった。サンスクリーン外付けの場合の発光効率は, 内付けの約 3.5 倍となっている。参考のために, 人工照明の効率を表 2. 3 の下段に示した。ただ

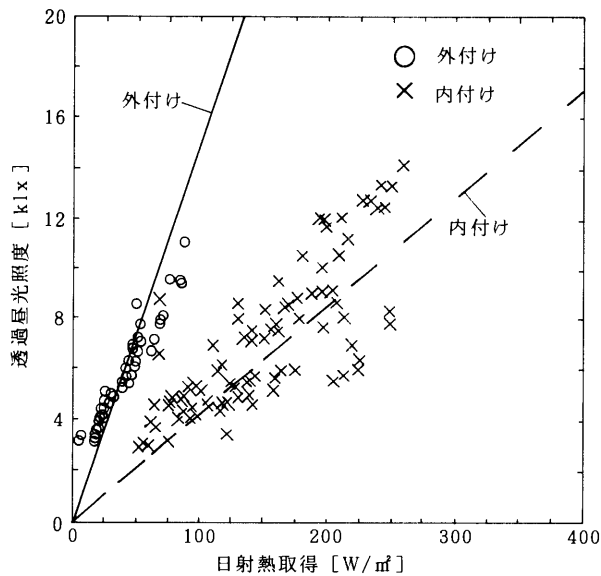


図 2. 5 透過昼光照度と日射熱取得の関係

表 2. 3 発光効率 [lm/W]

サンスクリーン外付け	143.5
サンスクリーン内付け	40.4
屋 外	116.0
蛍 光 灯 *	41.1
白 熱 灯 **	7.0

* 器具効率 0.89, 保守率 0.75, 下向光束比 0.82²⁾。
** 器具効率 0.78, 保守率 0.70, 下向光束比 1.00。

【記号表】

τ_l	: 昼光の透過率	[-]
E	: 入射昼光照度	[lx]
E_τ	: 透過昼光照度	[lx]
g	: 日射熱取得率	[-]
U	: 熱貫流率	[W/m ² K]
ρ_r	: 日射の総合反射率	[-]
τ_l	: 昼光の透過率	[-]
τ_r	: 日射の総合透過率	[-]
N_1	: 部材 1 に吸収された日射量が室内に放出される割合	[-]
N_2	: 部材 2 に吸収された日射量が室内に放出される割合	[-]
I	: 入射日射量	[W/m ²]
I_τ	: 透過日射量	[W/m ²]
α_{1T}	: 部材 1 の総合吸収率	[-]
α_{2T}	: 部材 2 の総合吸収率	[-]
h_o	: 外表面熱伝達率	[W/m ² K]
h_i	: 室内側総合熱伝達率	[W/m ² K]
C_m	: 熱コンダクタンス	[W/m ² K]

し、蛍光灯の発光効率を 75 lm/W, 白熱灯のそれを 13 lm/W とし、器具効率, 保守率, 下向き光束比を表 2. 3 脚注のように設定した場合の値である。蛍光灯の効率は、サンスクリーン内付けの場合とほぼ同様となっている。白熱灯の効率に対し、サンスクリーン外付けの効率は 20 倍, 内付けは 6 倍となっている。

2. 4 まとめ

日除けのあるトップライトの光・熱性能に関する実測を東京都田園調布・T 邸にて 1987 年 7 月に行った。その結果、昼光の透過率は、サンスクリーン外付け, 内付けいずれの場合も 0.1~0.2 となり、サンスクリーンの外付けと内付けの昼光に対する性能は、ほぼ同一であった。

日射熱取得率の値は、サンスクリーン外付けの場合には概ね 0.12, サンスクリーン内付けの場合には 0.30~0.43 となった。従って、サンスクリーンを内付けにするよりも外付けにする方が、日射熱遮蔽の観点からみると効果がある。

また、昼光の発光効率と同じ単位を持ち、日除けのある窓の昼光の導入効果および日射熱遮蔽効果を評価する指標としてトップライトの発光効率を提案した。白熱灯の効率に対し、サンスクリーン外付けの効率は 20 倍, 内付けは 6 倍となった。

＜参考文献＞

- 1) 宿谷, 木村, 昼光の発光効率による毎時水平面日射量からの照度の推定, 日本建築学会論文報告集, 第 293 号, pp. 85~95, 1980 年 7 月
- 2) 日本建築学会編, 照明設計, 設計計画パンフレット 2, 3, 彰国社, p. 25, 39, 40
- 3) M. Shukuya, K. Kimura, PASSIVE METHOD TO DETERMINE SHADING COEFFICIENT USING TWO NATURALLY VENTILATED AND TRANSPARENT BOXES, ASHRAE Transactions, Vol. 93 Part II, pp. 23~41, 1988
- 4) 宿谷, 窓と昼光・日射, プラスチックエイジ, pp. 120~125, June, 1987

3. トップライトを持つ空間の心理的効果

3.1 はじめに

住宅を取り巻く環境が、過密化・敷地の狭小化等年々その厳しさを増す中で、トップライトは、プライバシーを守りながら自然光を採り入れ、住空間に潤いを与えるための有効な手段として注目されている。

トップライトの需要は年々増加の傾向にあるが、トップライトについての物理的性能面からの研究は行われているものの、心理的側面から研究された例は少ない。

そこで、トップライトのある空間の「心理的効果」を研究テーマとして選び、実空間による評価実験を中心に、まず、トップライトの開口位置・パターンを変化させ、

- ・トップライトがもたらす空間的諸条件、環境的諸条件と、心理的効果との関係

を把握し、次に、物理指標として、トップライトの面積、および天井高を変化させ、空間の用途として居間および個室を想定した心理評価実験を行い、

- ・トップライトを持つ空間のボリュームとトップライトの面積との関連

を把握することによって、トップライトに関する設計資料を充実させることを目的とする。

また、同時に、実空間実験の代替手段としての可能性を探る目的で、縮尺模型、実空間および模型を撮影したビデオを呈示対象とした評価実験を行い、実空間実験の結果と比較検討した。

3.2 トップライトの面積および開口パターンの心理的効果

3.2.1 研究方法

トップライトの面積および開口パターンの心理的効果に関する実験の全体の概要を表3.1に示す。また、補足事項を以下に挙げる。

- ・対象空間：積水ハウス(株)試験研究所茨木分室内実験住宅、吹き抜け天井面に9個(3×3)のトップライトユニット(1m×1m)を持つLDK(4m×7m、主採光面は北東、2階部ハイサイドライトは隠蔽)。図3.1に実験空間の平面図・断面図を示す。

- ・トップライト開閉パターン：基本型8種、特殊型16種、計24種。対象数はこれらの組み合わせによる。また、表3.2～3.3に対象パターンの呈示順序を示す。

- ・心理量測定：31尺度6段階評定によるSD法[表3.4を参照]、および4尺度の評点法(予備実験結果の検討により決定した)。

表3.1 実験概要

実験	呈示対象	対象数	被験者数	実験時期
実験1	実空間	45 (15×3)	10 (延べ20)	1986.10 (3日間)
実験2	1/10模型	25	6	1986.11
実験3	ビデオ画像 (実空間)	25	20(実験1 と同)	1986.12
実験4	ビデオ画像 (無梁1/10模型)	25	18	1987.7 1987.9
実験5	ビデオ画像 (実空間, 無梁模型)	16 (8×2)	16	1987.7 1987.9
共通 実験	ビデオ画像 (1/10模型)	8 (基本型)	-	毎回
測定法	SD法(31尺度6段階), ME法(4尺度)			

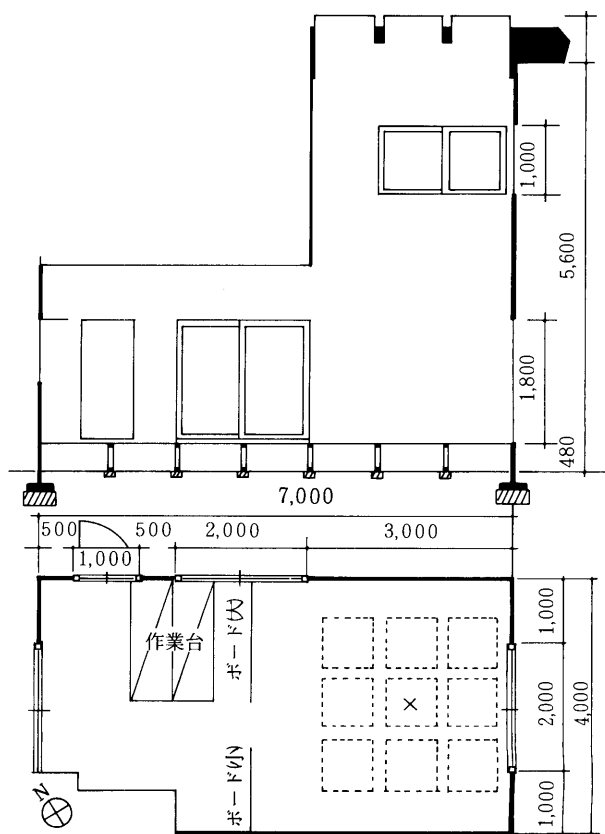


図3.1 実験空間平面図・断面図

表3.2 対象呈示順序(実験1)

実験日・時間帯	対象呈示順序
第1日 (10/2)	I 午前 ①→②→③→④
	II 午後 ⑤→⑥→⑦→⑧→⑨
	III 午後 ⑩→⑪→⑫→⑬→⑭→⑮
第2日 (10/3)	I 午前 ⑯→⑰→⑱→⑲→⑳
	II 午後 ㉑→㉒→㉓→㉔→㉕
	III 午後 ㉖→㉗→㉘→㉙→㉚
第3日 (10/4)	I 午前 ㉛→㉜→㉝→㉞→㉟
	II 午後 ㊱→㊲→㊳→㊴→㊵
	III 午後 ㊶→㊷→㊸→㊹→㊺

表3.3 対象呈示順序(実験2～5)

	対象呈示順序
基本型 8パターンの (実験5, 共通)	①→②→③→④→⑤→⑥→⑦→⑧
特殊型 16パターンの + 1パターンの (実験2, 3, 4)	⑨→⑩→⑪→⑫→⑬→⑭→⑮→⑯→ ⑰(基本型)

表 3. 4 因子負荷量の比較

評定尺度	実験因子	実験1			実験2				実験3		実験4			実験5			共通実験		
		I	II	III	I	II	III	IV	I	II	I	II	III	I	II	III	I	II	III
広い-狭い		■			■				■		■			■			■		
明るい-暗い		■			■				■		■			■			■		
開放的な-閉鎖的な		■			■				■		■			■			■		
暖かい-冷たい		■			■				■		■			■			■		
居間として好ましい-好ましくない		■			■			■			■			■			■		
(温度)暑い-暖かい-寒い-涼しい		■			■				■		■			■			■		
のびのびした-きゅうくつな		■			■				■		■			■			■		
にぎやかな-さびしい		■			■				■		■			■			■		
力強い-繊細な		■			■				■		■			■			■		
派手な-地味な		■			■				■		■			■			■		
書斎・勉強部屋		■			■				■		■			■			■		
として好ましい-好ましくない		■			■				■		■			■			■		
動的な-静的な		■			■				■		■			■			■		
(総合)快適な-不快な		■			■				■		■			■			■		
寝室として好ましい-好ましくない		■			■				■		■			■			■		
楽しい-つまらない		■			■				■		■			■			■		
落ちつきのある-落ちつきのない		■			■				■		■			■			■		
整然とした-雑然とした		■			■				■		■			■			■		
バランスのとれた-アンバランスな		■			■				■		■			■			■		
均一な-不均一な		■			■				■		■			■			■		
すっきりした-ごてごてした		■			■				■		■			■			■		
平凡な-奇抜な		■			■				■		■			■			■		
まとまりのある-まとまりのない		■			■				■		■			■			■		
親しみやすい-親みにくい		■			■				■		■			■			■		
静かな-うるさい		■			■				■		■			■			■		
変化のある-単調な		■			■				■		■			■			■		
身近な-疎遠な		■			■				■		■			■			■		
雰囲気のある-雰囲気の無い		■			■				■		■			■			■		
軽快な-重厚な		■			■				■		■			■			■		
やわらかい-かたい		■			■				■		■			■			■		
TLのパターン・		■			■				■		■			■			■		
図形として好きな-嫌いな		■			■				■		■			■			■		
好きな-嫌いな		■			■				■		■			■			■		
因子寄与率		40.8	31.6	16.7	41.7	23.5	12.0	6.8	49.0	42.8	48.9	18.7	22.6	54.2	18.3	16.4	46.7	40.6	8.8

注) 欄内の■印は1つにつき因子負荷量の2乗が0.1(以上)であることを示す。右肩の△印は因子負荷量の符号が負であることを示す。

- ・物理量測定：室内照度・輝度，屋外照度・輝度，温度・湿度・気流等。
- ・模型実験（実験2）の対象：下方から頭を入れて模型内を見回し評定させた。
- ・ビデオ実験（実験3～5）の対象：ビデオ画像を27インチTVモニターで呈示した。
- ・共通実験の対象：各実験前に，1/10模型内トップライト面のビデオ画像（基本型8種）を対象とした実験を行った。
- ・分析法：心理量について，SD法結果はデータの被験者平均値による因子分析（主成分分解，バリマックス回転）を行った。

3. 2. 2 分析結果・考察

表3.4に，各実験のSD法一因子分析結果の因子負荷量を示す。図3.2に，実空間実験（実験1）において因子得点により対象パターンを表示した図を示す。また，結果のまとめを以下に示す。

- ・実空間において，トップライトを持つ室内の雰囲気の評価は，明るさ感や心地よさを示す第1因子（『開放性』と考えた）と落ちつき感や活動感を示す第2因子（『安定性』と考えた）とで概ね説明される。[表3.4]
- ・因子軸の意味は，主要な軸について，実験2～5とも実空間実験（実験1）とほぼ同じだと考えて差し支え

- ない。しかし，実験1，実験3，共通実験と，実験2，実験4，実験5とでは，いくつかの形容詞対尺度のパターンが異なっている。これは，後者が模型をのぞかせる，あるいは梁なしの大開口のトップライトを呈示することを行っており，呈示対象の不自然さが原因になっているのではないかと考えられる。[表3.4]
- ・第1因子（開放性）軸では，総じて開口面積の大きいパターンは得点が高く，すなわち価値が高いと評定されているが，第1因子（開放性）にかかわる室内の明るさ感や心地よさは，必ずしも開口面積に比例するとは限らず，開口面積が小さくても開口位置がいくつか分散したものは比較的得点が高くなるという傾向もみられた。[図3.2]
- ・第2因子（安定性）軸では，大きくまとまって開けたパターンおよび左右対称なパターンは得点が低い，すなわち変化に富み活動性が高いと評定された。[図3.2]
- ・評点法による総合評価の得点と第2因子の得点との関連は必ずしも明確ではなく，室内の雰囲気に落ちつきを求めるか，活動感を求めるかは個人差によるところが大きい。
- ・梁をなくした模型を対象にした実験4～5の結果から，梁の有無は，その面積，開口の形と比較すると，

評価には大きな影響を与えてはならず、実際のトップライトは梁が見えているが、ないものと見なしても差し支えない。

- ・心理量と測定物理量との関係については、例えば、「明るいー暗い」、「広いー狭い」尺度等と、室中央水平面照度(高さ185cm)が相関係数0.79となっているが、重み付け平均的な第1因子得点と相関の高い物理量がなく、この場合、開口パターンの説明力が大きかったといえる。
- ・トップライトの開閉パターンという視点で対象を整理すると、寄与率の大きな尺度に関しては、限界を考慮すれば、ビデオ画像を実空間実験の代替手段とすることが可能である。

3. 3 トップライトの面積と室の天井高との関連性

3. 3. 1 実験方法

トップライトの面積と室の天井高との関連性に関する実験の全体の概要を表3. 5に示す。また、補足事項を以下に挙げる。

- ・対象空間：3. 2の実空間実験と同じ空間。[図3. 1]
- ・天井部：仮設の吊り天井により天井高を変化させた。天井高(m) - 2.4, 3.3, 4.5(2.0, 3.0, 3.6mを追加)。[図3. 3]
- ・トップライト部：乳白色のアクリルボードを使用し、吊り天井面に擬似トップライトを作成、その面積を変化させた。トップライト面積 (m²) - 0, 0.25, 0.5, 1, 2。
- ・掃出し窓(1階)部：壁と同色の厚手のカーテン(ベージュ)ならびにレースカーテンの2条件とした。
- ・呈示対象数：1つの空間設定に対し、天井高3段階とトップライト面積5段階をクロスさせ、掃出し窓2条件とを組み合わせた。[表3. 6, 3. 7]
- ・空間設定：家具により居間ならびに個室の2条件を設定した。[図3. 3]
- ・参照室：実験住宅内2階の1室(3.0×4.0×2.2m)を一定の照度に保ち参照室とし、評定毎に参照室を基準として実験室空間の雰囲気の評定をさせた。
- ・心理量測定：17尺度6段階評定によるSD法、および4尺度の評点法。(予備実験結果の検討により決定)
- ・模型実験(実験7~9)の対象：実大空間の1/5模型と1/10模型、および同縮尺の参照室模型を用意し、居間空間のみの実験を行った。被験者には模型の側面の観察口から評定させた。
- ・ビデオ実験(実験10~11)の対象：ビデオ画像は、対角線画角が56°で、実景、模型ともアングルは統一し、水平約180° 垂直約90° カメラをパンして撮影した。空間設定は居間設定のみとした。
- ・分析法：心理量について、SD法結果はデータの被験者

第2因子「安定性」

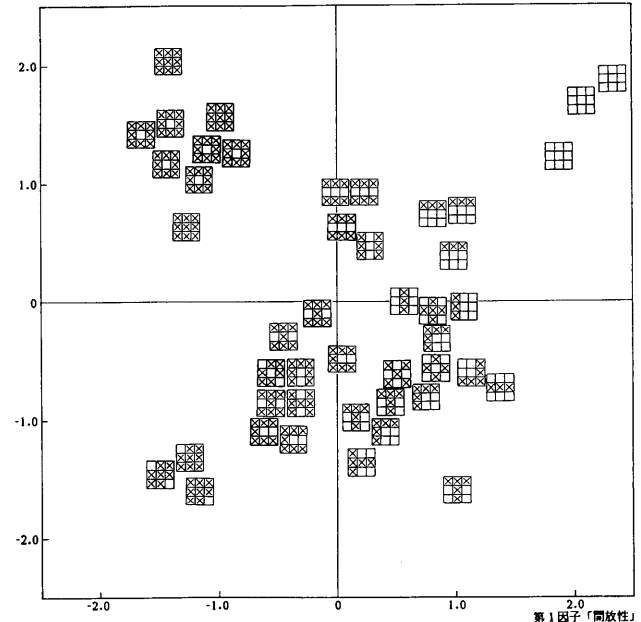


図3. 2 因子得点による対象表示(実験1)

表3. 5 実験概要

実験	呈示対象	対象数	被験者数	実験時期
実験6	実空間	76 (38×2)	10	1987. 9 (2日間)
実験7	1/5模型	38	12	1987. 10
実験8	1/10模型	38	12	1987. 10
実験9	1/10模型 (呈示順序変更)	16	8	1987. 11
実験10	ビデオ画像 (実空間-動画)	36	8	1987. 12 1988. 1
実験11	ビデオ画像 (1/10模型-動画)	36	12	1987. 12 1988. 1
共通 実験	ビデオ画像 (1/10模型)	8 (基本型)	-	毎回
測定法	SD法(17尺度6段階), ME法(4尺度) ただし、共通実験はSD法(31尺度6段階), ME法(4尺度)			

平均値による因子分析(主成分分解, バリマックス回転)を行い、評点法結果は相加平均, 相乗平均を取って分析を行った。

3. 3. 2 分析結果・考察

表3. 8に、各実験のSD法一因子分析結果の因子負荷量を示す。図3. 4に、実空間実験(実験6)において因子得点により対象パターンを表示した図を示す。図3. 5(a), (b)にトップライト面積と単尺度相加平均値を示す。図3. 6(a)~(c)に、トップライト面積とME法「開放感」の評点相乗平均値との関係を示す。また、結果のまとめを以下に示す。

- ・総合的にみると、トップライトを持つ室内の雰囲気の評価は、「安定した」「落ちつきのある」「日常的な」な

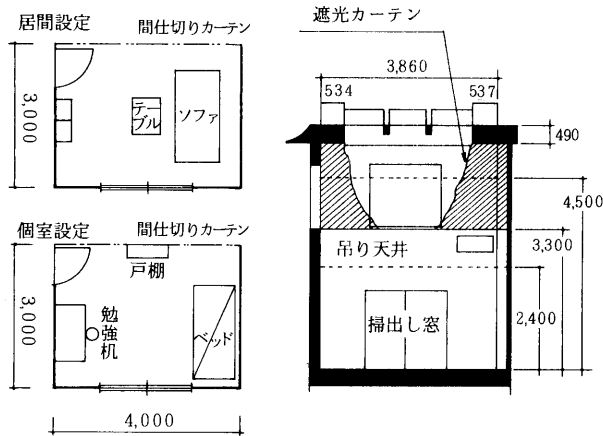


図 3. 3 実験空間平面図・断面図

表 3. 6 対象呈示順序 (実験 6~8, 10, 11)

天井高 掃出し窓 T.L.面積	2.4m		4.5m		3.3m	
	レース	カーテン	レース	カーテン	レース	カーテン
1㎡	1	2	3	4	5	6
0.25	7	8	9	10	11	12
2	13	14	15	16	17	18
0.5	19	20	21	22	23	24
0	25	26	27	28	29	30
1㎡	31	32	33	34	35	36
(実験 6,7,8)	(3.6m) 37 38 (2.4m)		(2.0m)		(3.0m)	
1㎡(実験 10,11)	31	32	33	34	35	36
	(2.4m)		(4.5m)		(3.3m)	

表 3. 7 対象呈示順序 (実験 9)

天井高 掃出し窓 T.L.面積	2.4m		4.5m		3.3m	
	レース	レース	レース	レース	レース	レース
1㎡	1	6	11			
0.25	2	7	12			
2	3	8	13			
0.5	4	9	14			
0	5	10	15			
1㎡	16					

- どで代表される『親近性』を示す第1因子, 「高い」「広い」「大きい」など『容量感』を示す第2因子, 「明るい」「動的な」「力強い」など『活動性』を示す第3因子までで, 概ね説明されると考えられる。[表 3. 8]
- 因子構造は, 因子抽出の順序が変わるものの, 概ね各実験間に差はないといえる。[表 3. 8]
- トップライト面積, 室の天井高と各因子の関係をみると, 第1因子(親近性)軸では, トップライト面積の大きいものが, 評価が高くなる傾向がみられたが, トップライト面積が2.0㎡になると逆に評価が低くなり親近感が弱まる。[図 3. 4]
- 天井高は3.3mで最も評価が高く, 2.4m, 4.5mの順に

評価が低くなっている。第2因子(容量感)軸では, 天井高の影響を強く受け, 天井高が高いほど得点が高くなる。[図 3. 4]

- 第3因子(活動性)軸では, 天井高の高いもの, トップライト面積の大きいものほど評価が低いという傾向がみられたが, 各対象毎の評価の差はあまり大きくなかった。[図 3. 4]
- 空間設定については, 居間と個室では求められている空間の質が異なり, 「居間として好ましい」尺度は, 第1因子(親近性), 第2因子(容量感)ともに相関が高く, 居間には総合的な快適性が求められており, また「個室として好ましい」尺度は, 主に第1因子(親近性)と相関が高く, 個室には親近性が期待されていることがわかる。[図 3. 4]
- トップライト面積と両形容詞対尺度の得点の相加平均値との関係をみると居間設定「居間として好ましい」では, 掃出し窓部の影響が大きく, 掃出し窓部のカーテンがレースで, 天井高3.3m, トップライト面積1㎡のとき, 最も評価が高かった。また, 個室設定「個室として好ましい」では, 天井高の影響が大きく, トップライト面積1㎡, 天井高2.4mのときに最も好ましいという結果が得られた。前報告(その1)の結果を考慮すると, トップライト面積は1㎡内外のものが望まれ, 天井高は, 個室は一般の天井高程度, 居間はやや高めのものが見込まれているといえる。[図 3. 5]
- 模型実験については, 1/5模型, 1/10模型のいずれにおいても, 室内の総合的な評価は, 実大空間実験と同じく『親近性』と『容量感』と『活動性』で説明することができる。例えば, 『親近性』(第1因子)で, 得点が高いグループの構成をみると, 実大空間実験, 模型実験ともに, 天井高は3.3m, 2.4m, トップライト面積は2㎡, 1㎡となっており, これが一致したということは, 『親近性』, つまり住み心地に対する嗜好が, 実物と同じように模型においても想像できたということになる。この傾向は, ME法およびSD法の得点の相乗平

表 3. 8 因子負荷量の比較

評定尺度	実験 因子	実験6				実験7				実験8				実験9				実験10			実験11												
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III													
安定した-不安定な		■				■				■				■				■				■				■				■			
個室として好ましい-好ましくない		■				■				■				■				■				■				■				■			
日常的な-非日常的な		■				■				■				■				■				■				■				■			
落ちつきのある-落ちつきのない		■				■				■				■				■				■				■				■			
雰囲気のある-雰囲気の無い		■				■				■				■				■				■				■				■			
(総合) 快適な-不快な		■				■				■				■				■				■				■				■			
好きな-嫌いな		■				■				■				■				■				■				■				■			
居間として好ましい-好ましくない		■				■				■				■				■				■				■				■			
暖かい-冷たい		■				■				■				■				■				■				■				■			
高い-低い		■				■				■				■				■				■				■				■			
広い-狭い		■				■				■				■				■				■				■				■			
大きい-小さい		■				■				■				■				■				■				■				■			
動的な-静的な		■				■				■				■				■				■				■				■			
明るい-暗い		■				■				■				■				■				■				■				■			
力強い-繊細な		■				■				■				■				■				■				■				■			
静かな-うるさい		■				■				■				■				■				■				■				■			
開放的な-閉鎖的な		■				■				■				■				■				■				■				■			
因子寄与率		37.9	25.4	21.9	41.1	24.4	20.4	7.1	43.4	22.6	20.8	7.3	27.2	33.3	22.6	7.5	48.2	18.8	25.5	51.2	29.3	10.7											

注) 欄内の■印は1つにつき因子負荷量の2乗が0.1(以上)であることを示す。右肩の△印は因子負荷量の符号が負であることを示す。

均の分析からも裏付けされ、1/5模型、1/10模型ともに空間のボリュームの把握がなされ、実大実験の代替手段として有効であると判断される。

- ・実空間実験では、トップライトの面積変化によって評価の上昇がみられるものの、「開放感」は天井高の影響の方を強く受けていることがわかる。また、実空間実験でトップライト面積の影響を最も受けている尺度は「明るさ感」であった。[図3. 6 (a)]
 - ・実空間ビデオ実験(実験10)では、実空間実験とは逆に、天井高の影響もあるが、トップライトの面積による評価への影響も大きいことがわかる。[図3. 6 (b)]
 - ・模型ビデオ実験(実験11)では、評価値はやや大きめであるが、全体的には実空間ビデオ実験と同じ傾向を示している。[図3. 6 (c)]
- (-2.68, -2.49) □ (-2.53, -2.49) □ (-2.42, -2.74)
- ・実空間実験(実験6)に比べて、実空間ビデオ実験・模型ビデオ実験では、トップライトが誇張され、トップライト面積の影響が大きく出ている。「容積感」においても、実空間実験ではトップライト面積および掃出し窓部の影響はほとんどみられないのに対し、実空間ビデオ実験・模型ビデオ実験では、トップライト面積の増加に従って「容積感」が大きくなる傾向がみられた。また、掃出し窓部の影響については、レースカーテンの場合は厚手のカーテンに比べて、外が透けて見えるなどの視覚的条件が加わり、「開放感」での評価は高くなっている。
 - ・各実験の生データを比較すると、両ビデオ実験の方が得点のばらつきが大きい。これは、今回のビデオ画像では評価に必要な視野を部分的にしか再現できず、被験者の空間意識に個人差があったことを示している。
 - ・ビデオを用いた実験については、模型の精度にも関係するが、ビデオ画像にしてしまえば、実験対象としては実景、模型間には大きな差はないと思われる。
 - ・実空間による実験とビデオによる実験の違いは、ビデオ画像の性質、すなわち視野の一部分しか呈示できないことに起因している。よって、ビデオによる実験における評価対象が、イメージ的に立体再現しにくいような空間構成の場合、さらに、あるパラメーターの変化が誇張されるような場合には、撮影方法や画角に関する十分な検討が必要となるであろう。

3. 4 おわりに

また、今回の対象の性質上、トップライトを持つ天井面の視覚的な評価を行っていたという危険性もあり、総合的な評価を導くためには、心理量測定法の再検討を

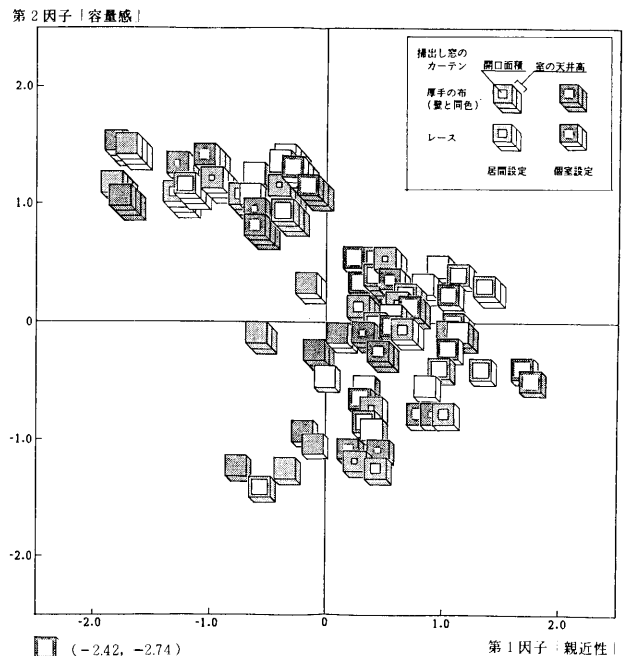


図3. 4 因子得点による対象表示(実験6)

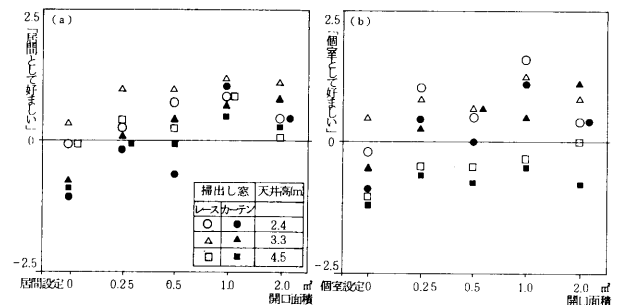


図3. 5 トップライト面積と単尺度相加平均値(実験6)

行った上で、天井面の開口パターン以外の変化要因、例えばハイサイドライト等を含めた実空間実験を追加することも必要であろう。

また、トップライトを持つ空間の設計資料の充実という点を考えると、多種多様な空間に対応可能な模型実験を実空間実験に代わる有効な手段とすることが望まれ、今後、そのための方策を検討して行く必要もあると思われる。

<参考文献>

- トップライトの設計と光・熱効果に関する研究
 (その1) 日本建築学会学術講演梗概集E, P1373, 1984
 (その2) 同D, P645, 1985
 (その3) 同E, P465, 1985
 (その4) 同E, P467, 1985
 (その5) 同D, P427, 1987
 (その6) 同D, P65, 1988
 (その7) 同D, P67, 1988

4. まとめ

4.1 トップライトの物理的効果について

実在の住宅のトップライトにおける実測に基づいて、サンスクリーンが昼光、および、日射熱に対して持つ効果を検討した結果、次のことが明らかになった。

- ① 昼光の透過率は、サンスクリーンの設置位置が外付け、内付けのいずれの場合も0.1~0.2となっており、室内に導入できる昼光の割合のみを考えると、サンスクリーンの設置位置が異なっても同一と考えてよい。
- ② 日射熱取得率は、外付けの場合には概ね0.12、内付けの場合には0.30~0.43であり、内付けより外付けの方が日射熱遮蔽の効果は大きい。
- ③ 昼光照度の日射量に対する割合を意味する発光効率を指標として、サンスクリーンを設置したトップライトや照明器具を評価した。夏季の昼間において、サンスクリーン外付けのトップライトは人工照明などに比べ、最も少ない放出熱量で室内を明るくできる。
- ④ サンスクリーンを設置したトップライトは、夏でも室内温熱環境に悪影響を及ぼす恐れが少ないので、住宅では昼光の照明への利用、自然エネルギーの有効利用の観点から、もっとトップライトを活用してよい。

4.2 トップライトの心理的効果について

実空間でトップライトの開口面積・位置・パターン・天井高を変化させた心理評価実験を行い、これらと心理的効果との関係を検討し、次のことを明らかにした。

- ① トップライトを持つ室内の雰囲気の評価は、明るさ感・心地よさを示す因子と落ちつき感・活動感を示す因子で概ね説明される。
- ② 室内の明るさ感や心地よさは、必ずしも開口面積に比例せず、面積が小さくとも開口位置が分散されると評価が高い。
- ③ 変化に乏しい開口パターンのトップライトは、開口面積が大きくとも、活動感の評価が低い。
- ④ トップライトを有する室内の雰囲気として、何を期待するかにより、評価が大きく異なるため、心理的効果が大きいトップライトの開口面積・位置・パターンなどの要因は明らかにすることができなかった。
- ⑤ 心理的効果の総合的評価から判断すると、トップライトの開口面積は1m²内外、個室の天井高は一般の天井高程度、居間はやや高めのものが見込まれている。

また、実空間実験の代替手段としての可能性を検討する目的で、被験者に対する評価対象空間の提示方法を、実空間・1/5縮尺模型・1/10縮尺模型・実空間のビデオ画像・1/10縮尺模型のビデオ画像などに変化させて、心理的評価の差異を検討した。

制約条件があるものの、特定の要因に関する評価実験には、実空間以外の提示方法を用いても大きな誤りはな

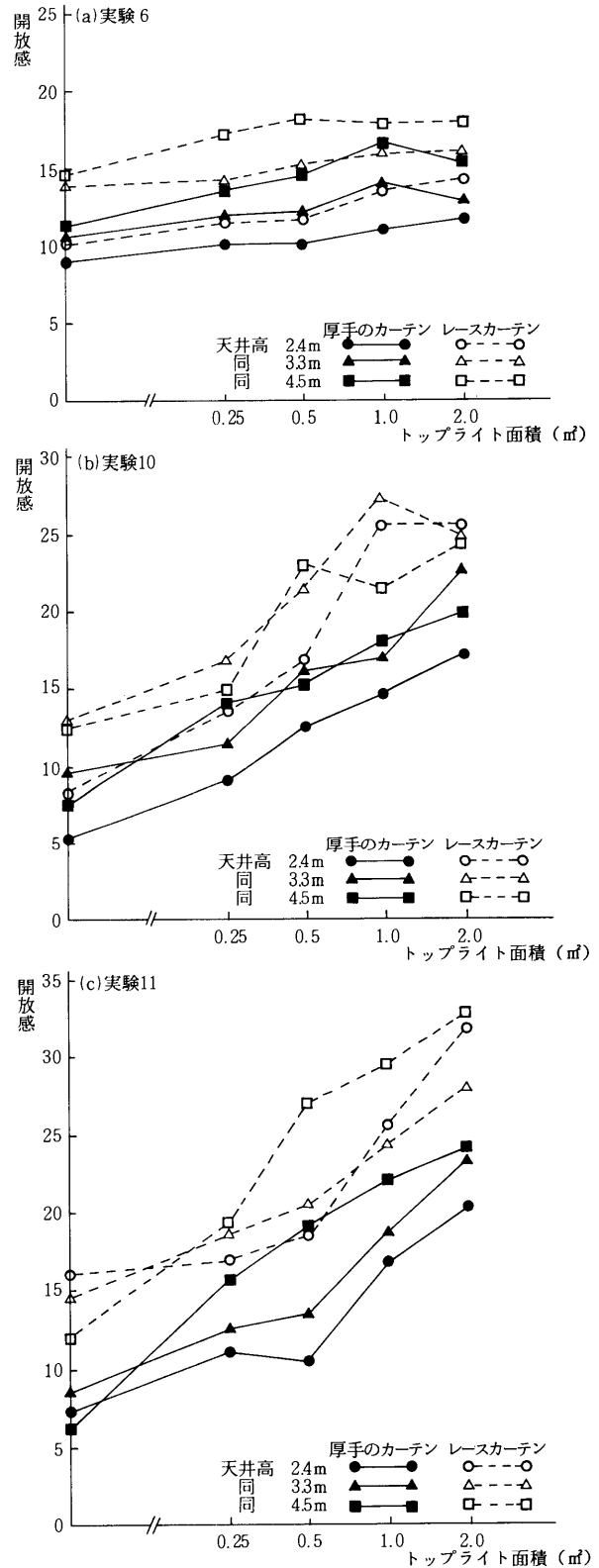


図3.6 トップライト面積と「開放感」評点相乗平均値

いことが明らかになった。

〈謝辞〉

トップライトの心理的効果に関する被験者実験で用いた実物大模型の作製に当たり、積水ハウス(株)試験研究所

茨木分室の皆様，特に課長の紙中修二氏から多大のご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表す次第である。

〈研究組織〉

主査	高橋 公子	日本女子大学家政学部教授
委員	内田 茂	元東京理科大学工学部助教授 (故人)
	小峯 裕己	千葉工業大学工学部助教授
	宿谷 昌則	武蔵工業大学工学部助教授
	平手小太郎	東京大学工学部助手
	田辺 新一	お茶の水女子大学家政学部講 師
	岩畔久美子	東京芸術大学美術学部助手
	大井 尚行	東京大学工学部大学院生