

# 物理量と心理量の実測にもとづく「光の教会」の光環境に関する研究

建築環境工学研究室 松井良太

## Abstract

本研究は「光の教会」において鉛直面照度、水平面照度、および輝度分布を実測するとともに、室内印象評価と光環境評価の現場調査を、建築家が本能的直観に設計した「光の教会」の光環境の特徴を定量的に把握することを目的とし、年間を通じて計6回、計63名の建築系学生を対象に実施し、以下を明らかにした。1) 室内の光環境の照度や輝度の実態、2) 室内印象評価を構成する因子、3) この建築を特徴づける室内印象、4) 室内の照度や十字架の開口部、側窓の輝度といった室内各部に対する光環境評価と室内印象評価との関係、5) 室内全体に対する光環境評価と室内印象評価の関係、6) 室内の印象を特徴づける因子と照度との関係、7) 室内の印象を特徴づける因子と輝度との関係、8) 室内印象と照度および輝度との関係

## 1. はじめに

### 1.1 研究の背景と目的

コンクリート打ち放しの直方体に斜めの壁が貫通する単純な形態の「光の教会」(正式名称: 日本キリスト教団茨城春日丘教会礼拝堂)は、正面の十字形スリットと片側窓からの自然光を主たる光源としており、安藤忠雄氏の教会建築としてその特異な光環境で知られる<sup>文1) 文2) 文3)</sup>。本研究は「光の教会」を対象として、光環境の実測と被験者による印象評価および光環境評価を同時におこなって、建築家が本能的直観に拠って設計した「光の教会」の光環境の特徴を定量的に把握することを目的とする。

すぐれた光環境を実現しているとされる実際の建築を対象とした光環境実測の例としては、ルイス・カーン設計のキンベル美術館を対象とした中村らによる研究(2008)が挙げられる。そこでは、輝度画像と水平面照度の実測により、1)室内は水平面照度に変化が生じないよう、制御されており、鉛直面照度はスポットライトによりほぼ500lxに保たれている、2)天井ポールの光輝いて見えるシーンは見る角度によって異なる、3)カーンはキンベル美術館において、「沈黙と光」で述べているLightlessとDarklessを回避することによって光の存在を感知することができる建築空間を現実のものとしている、などの結果を得ている<sup>文4)</sup>。また戸倉ら(2003)は、和室を対象に座位での輝度画像撮影と照度の測定をおこない、座位は立位に比べ、床面に近く、また、視野が下に広がっているため、下からの光を多く受け取ることが出来ることを明らかにしている<sup>文5)</sup>。広瀬ら(1990)はシャルトル大聖堂を

対象として模型実験をおこない、内装材の色や光の性状などの異なる条件において、1)内装材の色により「光と影」は調和、対比という点で異なってくる2)光の性状は直達光の時は軽く、軽快な感じで、拡散光になると全体的にぼんやりと柔らかな感じになるなどを明らかにしている<sup>文6)</sup>。しかしながらこうした光環境に特徴のあるすぐれた建築を対象に、実際の空間において被験者をもちいて光環境の現場評価をおこなった例はほとんど見られない。

本研究は「光の教会」において照度分布と輝度分布を測定するとともに、被験者を用いて光環境評価と空間の印象評価の現場調査をおこない、1) 室内の光環境の照度や輝度の実態、2) 室内印象評価を構成する因子、3) この建築を特徴づける室内印象、4) 室内の照度や十字架の開口部、側窓の輝度といった室内各部に対する光環境評価と室内印象評価との関係、5) 室内全体に対する光環境評価と室内印象評価の関係、6) 室内の印象を特徴づける因子と照度との関係、7) 室内の印象を特徴づける因子と輝度との関係、8) 室内印象と照度および輝度との関係について、分析をおこなう。

### 1.2 光の教会

「光の教会」とは直径5.9mの球が3個内接する直方体に15度振れた斜めの一枚の壁が突き刺さった形の建物で、内部がコンクリート打ち放しである。その南側壁面にスリット状の十字架を模した開口部が設けられている。直方体に突き刺さった斜めの壁は天井と繋がっておらず独立していて、入口に入ってから礼拝堂内部を直視するまでの回廊の空間を生み出す役を担

っている。これにより入り口からでは内部はすぐに見ることができず、狭い回廊を通り抜けることで正面に光の十字架が現れ、礼拝堂という空間が目の前に広がる。また室内に入ってくる光を制限する役割も担っている。開口部はほかにも入り口として西側壁面に大きく設けられている。また同じ西側壁面に大きな窓が存在し、開閉可能となっている。またそれぞれの開口部の投射率を表 1-1 に記す。

## 2. 方法

### 2.1 調査日

調査は光の教会の現地で春、夏、秋、冬を通して計 6 回行い、室内における光環境の実測と回答者の在室時における室内の光環境評価と室内印象評価の申告調査を行った。調査日時、人数、天候、調査内容を表 2-1 に記す。実験は各 2 時間で、実験①、②は 10:00~12:00、実験③~⑥は 13:30~15:30 で行った。天候は実験①、⑤が晴天、②、③、④、⑥が曇・雨天であった。なお教会が設定している一般見学用開放時間において調査が許可されたため、一般の見学者が周囲にいる状態で調査をおこなった。調査時間は太陽が南中する時刻から前後 2 時間程度とした。この時間帯は自然光が量も多く、かつ開口部に対して直角に近く入り込み、光を最も強く感じるができると予想される。しかし、実験③以降は教会の工事があり、午前中の見学用開放

時間がなかったことから見学用開放時間のされている 13:30~15:30 となった。

### 2.2 実験手順

実験手順を図 2-2 に示す。1 回の実験は 2 時間とした。回答者による申告は 1 回の実験中に 3 回おこなう。1 回の回答時間は 10 分である。毎回異なった座席に座り、十字架の方向を向いて行く。まず、教会(礼拝堂)に入室し、着席後説明と教示を兼ね、5 分間の順応時間を設ける。その後、第 1 回アンケート回答を開始し、10 分後に終了、約 50 分間時間を空け、第 2 回答開始の 5 分前に教会(礼拝堂)に入室し着席後、第 2 回アンケート回答を開始する。第 3 回も同様に行う。回答時間以外は自由に席を立てて休憩できる、見学時間とする。

### 2.3 光環境測定

室内照度は人が机に座った状態の目の高さ(床上 1.1m)において、図 2-1 の①~⑥における鉛直面照度、測定点①、③、④、⑥における水平面照度を連続測定した。十字架の輝度は測定点①~⑥より、西側窓は測定点⑤より、輝度計(KONICA-MINOLTA LS-100)を用いて十字架、西側窓それぞれ 9 点に対して測定を行った。



図 1-1 光の教会(礼拝堂)の室内

表 1-1 十字架、西側壁面の窓の投射率(%)

測定点	前方を見たとき		天井を見たとき	
	十字架	窓	十字架	窓
測定点①	1.3		1.3	5.2
測定点②	0.6	17	0.3	9.7
測定点③	0.9	2.6	1	1.4
測定点④	1.2		1.1	4
測定点⑤	0.8	6.7	1.7	5
測定点⑥	0.7	3.2	0.4	2.6

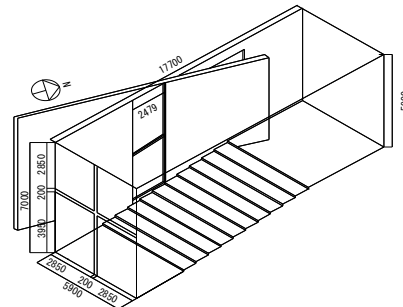


図 1-2 光の教会のアイソメ図

表 2-1 実験日ごとの詳細

	実験①			実験②			実験③			実験④			実験⑤			実験⑥		
調査日	2008/10/17			2008/10/24			2009/12/15			2010/5/23			2010/5/30			2010/7/11		
調査時間	10:00~12:00			10:00~12:00			13:30~15:30			13:30~15:30			13:30~15:30			13:30~15:30		
被験者人数	8名			11名			11名			7名			11名			15名		
天候	曇時々晴			曇一時雨			曇			大雨			晴			雨時々曇		
雲量	10 -			10			10 -			10			2			10		
時刻	10:00	11:00	12:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	13:00	14:00	15:00	13:00	14:00	15:00	13:00	14:00	15:00
降水量(mm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.5	0	2	--	--	--	0.5	0.5	0.5
室内照明	消灯			消灯			点灯			点灯			点灯			点灯		
実測内容	水平面照度、鉛直面照度、輝度、温度、湿度、風速、騒音																	
アンケート内容	基本属性、明るさ感評価、室内環境評価、室内印象評価、POMS																	

表 2-2 各回答時の質問項目

回答回	質問内容
第1回	室内各部分に対する光環境評価、室内印象評価(SD法)、基本属性
第2回	室内各部分に対する光環境評価、室内印象評価(SD法)、POMS
第3回	室内各部分に対する光環境評価、室内印象評価(SD法)、室内全体に対する環境評価

入室時間 実験①、②→9:55 実験③~⑥→13:25

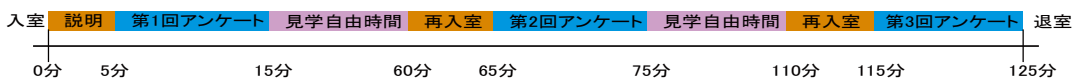


図 2-2 回答スケジュール

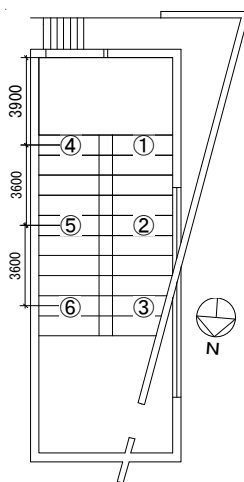


図 2-1 室内の測定点

## 2.4 評価方法

毎回室内各部に対する光環境評価、および SD5 段階 55 対尺度による室内印象評価をおこなう。さらに回答者の基本属性を第 1 回、室内全体に対する光環境評価を第 3 回に尋ねる。各回の質問項目と申告スケジュールを表 2-2 に記す。被験者は建築学生及び院生である。

## 3. 結果

### 3.1 室内鉛直面照度(図表省略)

測定点①は回答時の経時変化に差が少なく 6 つの測定点の中で最も安定している。一方測定点②、③は回答時の照度の経時変化が激しい。天候による違いは実験①、⑤(晴天)でどの時間対帯も大きい。実験②、③、④、⑥の曇・雨天では照度の経時変化は少ない。回答回による違いは、変動が最大であったのが実験①の測定点②における、第 1→2 回の 800lx であったことから、座席位置や調査日ほど大きな変化ではない。さらに実験②、④、⑤、⑥は回答回の間ほとんど変化はなく、回答回よりも座席位置、調査日に違いがはっきり出ている。

### 3.2 十字架の輝度

実験①は他の日と比べ、どの輝度測定点も値が 6 倍以上であり、特に空を望むことの出来る部分は輝度の値が大幅に上回っている。その他の実験日の間では輝度が近い。輝度分布は L 字型に分布するものと I 字型に分布するもの、その他のパターンに分類することができ、測定点①、②、③(十字架をはさんで右側の座席)は L 字型が多く、測定点④、⑤、⑥(十字架をはさんで左側の座席)では I 字型が多い。(図 3-1、表 3-1) アンケート回答ごとに十字架の輝度分布のパターンの変動や分布が大きく変わることはほとんどない。

### 3.3 室内印象評価の因子分析

室内印象評価に対して因子分析を行ったところ、形容詞対の言葉のまとまりが良く、また因子寄与率も高いことから因子数 3 のときが最も良い分類となる。

第 I 因子は「無機的な」、「硬い」、「自然らしさにかける」などこの空間の主な構成面であるコンクリートを連想させる項目が多く『質感性』因子、第 II 因子は「居心地の良い」、「親しみのもてる」などのこの空間での在室に関する項目が多く『快適性・居心地』因子、第 III 因子は「現実的な」、「宗教的な」、「象徴的な」など教会であることから生じた事柄やデザインに関する項目が含まれ『宗教・デザイン性』因子と命名する。

#### 3-2 室内の印象を特徴付ける項目(表 3-2)

1) 室内印象評価平均点の上位 10 項目と下位 10 項目に該当し、かつ 2) 5 段階評価の間の比率の差に 5%以下の

有意な差がある尺度を、光の教会の室内の印象を特徴づける項目として捉える。検定結果と該当する項目(網掛け)を表 3-2 に記す。

「閉鎖的な」、「無機的な」、「硬い」、「内にこもる」、「静的な」、「冷たい」、「すっきりした」、「落ちついて集中できる」、「目障りでない」、「簡素な」、「静かな」、「整然とした」、「印象的な」、「好感の持てる」がこの空間を特徴づける尺度である。「無機的な」、「硬い」、「冷たい」は、光の教会において室内表面の大部分を占めるコンクリートを連想させる尺度である。また宗教・デザイン性の因子に属する尺度は「印象的な」、「好感」のみである。宗教・デザイン性は質感性や快適性・居心地に比べ空間を印象づけていないといえる。

表 3-1 輝度の各パターンの出現数

	L字パターン	I字パターン
測定点①、②、③	60	6
測定点④、⑤、⑥	20	60

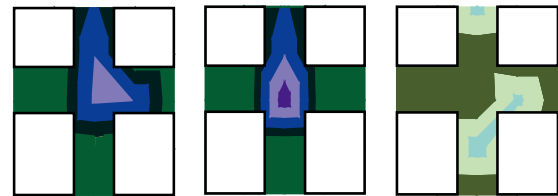


図 3-1 十字架の輝度分布のパターン

表 3-2 因子分析結果及び光の教会の室内の印象を特徴づける項目

	比率の差	プロフィール図 上下10位以
質感性	堅苦しい⇔カジュアルな	> ○(1) -
	開放的な⇔閉鎖的な	> ○(1) ○
	無機的な⇔有機的な	> ○(1) ○
	硬い⇔柔らかない	> ○(1) ○
	生気のない⇔生き生きした	- -
	変化のある⇔単調な	- -
	自然らしさにかける⇔自然らしさのある	> ○(5) -
	なじみやすい⇔なじみにくい	> ○(5) -
	内にこもる⇔外に発散する	> ○(1) ○
	動的な⇔静的な	< ○(1) ○
	規則的な⇔不規則な	> ○(1) -
	暖かい⇔冷たい	< ○(1) ○
	雰囲気の良い⇔雰囲気の暗い	- -
	外と繋がりを感ずる⇔繋がりを感ずらない	- -
	拡がりがある⇔限られた	> ○(5) -
重厚な⇔軽快な	> ○(1) -	
単純な⇔複雑な	- -	
不変な⇔流動的な	- -	
はれやかな⇔憂いを帯びた	- ○	
生真面目な⇔ユーモラスな	- -	
乾いた⇔潤った	- -	
具体的な⇔抽象的な	< ○(5) -	
快適性	ゆとりのある⇔ゆとりのない	> ○(1) -
	居心地の良い⇔居心地の悪い	> ○(1) -
	すっきりした⇔ごちゃごちゃした	> ○(1) ○
	落ち着いて集中できる⇔気が散って集中できない	> ○(1) ○
	安らぎを与える⇔不安感を与える	> ○(1) -
	目障りな⇔目障りでない	< ○(1) ○
	理知的な⇔情熱的な	> ○(1) -
	簡素な⇔装飾的な	> ○(1) ○
	親しみの持てる⇔親しみのもてない	- -
	地味な⇔派手な	> ○(1) -
	静かな⇔にぎやかな	> ○(1) ○
	澄んだ⇔濁った	> ○(1) ○
	整然とした⇔雑然とした	> ○(1) ○
	曖昧な⇔明確な	- ○
	連続的な⇔不連続な	> ○(5) -
歴史を感じる⇔現代的な	- ○	
広い⇔狭い	- ○	
宗教・ デザイン性	印象的な⇔印象的でない	> ○(1) ○
	神秘的な⇔神秘的でない	> ○(1) -
	つまらない⇔面白い	- ○
	好感の持てる⇔好感の持てない	> ○(1) ○
	調和の取れた⇔不調和な	> ○(1) -
	力強い⇔弱い	< ○(5) -
	斬新な⇔見慣れた	> ○(1) -
	即物的な⇔精神的な	- ○
	現実的な⇔非現実的な	- -
	宗教的な⇔世俗的な	> ○(1) -
象徴的な⇔象徴的でない	> ○(1) -	
消極的な⇔積極的な	> ○(1) -	
立体的な⇔平面的な	> ○(1) -	
小さい⇔大きい	- -	

### 3.4 室内各部に対する光環境評価と室内印象評価

光の教会の室内の印象を特徴づける尺度と室内各部に対する光環境評価のカイ2乗検定の結果を表3-3に記す。有意水準5%以下である。室内各部の光環境評価のうち印象に関連する項目は、「閉鎖的な」印象は「十字架の光の方向性の良し悪し」、「無機的な」印象は「十字架の明るさ」および「西側壁面の窓の明るさ」、「硬い」印象は「西側壁面の窓の明るさ」、「内にこもる」印象は「十字架の光と影のバランスの良し悪し」と「十字架の光の雰囲気」の好悪に関連し、「十字架の光の雰囲気」の好悪が強い。「静的な」印象は「十字架の光と影のバランスの良し悪し」に関連する。「冷たい」印象と関連する室内各部の光環境評価項目はない。

また、「すっきりした」は「十字架の光の方向性の好悪」、「十字架の光と影のバランスの良し悪し」と、「落ち着いて集中できる」は「十字架の光と影のバランスの良し悪し」と、「目障りな」は「十字架の明るさ」、「十字架の光方向性の好悪」、「天井のまぶしさ」、「壁のまぶしさ」と関連があり、特に「天井のまぶしさ」、「壁のまぶしさ」が強い。「簡素な」は「天井のまぶしさ」が強い。「静かな」は「天井のまぶしさ」が強い。「整然とした」は「天井のまぶしさ」が強い。「印象的な」は「天井のまぶしさ」が強い。「好感の持てる」は「天井のまぶしさ」が強い。

表 3-3 光の教会の室内の印象を特徴づける形容詞対と室内各部に対する光環境評価のカイ2乗検定

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
閉鎖的な	-	-	-	○(1)	-	-	-	-	-	-	-	○(1)
無機的な	○(5)	-	-	-	○(5)	-	-	-	-	-	-	-
硬い	-	-	-	-	○(5)	-	-	-	-	-	-	-
内にこもる	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○(5)	○(1)
静的な	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○(5)	-
冷たい	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
すっきりした	-	-	-	○(5)	-	-	-	-	-	-	○(5)	-
落ち着いて集中できる	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○(5)	-
目障りでない	○(5)	-	-	○(5)	-	-	-	○(1)	-	○(1)	-	-
簡素な	-	-	-	-	-	-	-	○(1)	-	○(1)	-	-
静かな	○(1)	-	-	○(5)	-	-	-	-	-	-	○(1)	-
整然とした	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○(1)	-
印象的な	-	○(5)	-	○(1)	-	-	-	-	-	-	○(1)	-
好感の持てる	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (1) … 今の位置から見て十字架は(明るい)
- (2) … 今の位置から見て十字架は(まぶしい)
- (3) … 今の位置で十字架の形は(分かりやすい)
- (4) … 今の位置での十字架の光の方向性は(好き)
- (5) … 今の位置から見て右側の窓は(明るい)
- (6) … 今の位置から見て右側の窓は(まぶしい)
- (7) … 今の位置から見て天井は(明るい)
- (8) … 今の位置から見て天井は(まぶしい)
- (9) … 今の位置から見て室内の壁は(明るい)
- (10) … 今の位置から見て室内の壁は(まぶしい)
- (11) … 今の位置から見て十字架の光と影のバランスは(良い)
- (12) … 今の位置から見て十字架の光の雰囲気は(好き)

表 3-5 照度、輝度と室内印象評価との間のt検定

	測定点照度			十字架輝度			窓輝度		
	平均	変動差	変動率	平均	最大	標準偏差	平均	変動差	変動率
閉鎖的な	-	-	-	○(1)	-	-	○(5)	-	-
無機的な	-	-	-	○(5)	○(5)	○(5)	○(5)	○(5)	-
硬い	-	-	-	-	○(5)	○(5)	-	-	-
内にこもる	-	-	-	-	-	-	-	-	-
静的な	-	-	-	-	-	-	-	-	-
冷たい	-	-	-	-	-	-	-	-	-
すっきりした	-	-	-	-	-	-	-	-	-
落ち着いて集中できる	-	-	-	-	-	-	-	-	-
目障りでない	-	-	-	-	-	-	-	-	-
簡素な	-	○(5)	○(5)	-	-	-	-	-	-
静かな	-	-	-	-	-	-	-	-	-
整然とした	-	-	-	-	-	-	-	-	-
印象的な	-	-	-	-	-	-	-	-	-
好感の持てる	-	-	-	○(1)	○(1)	○(5)	○(1)	○(1)	○(<.0001)

さ」、「壁のまぶしさ」と、「静かな」は「十字架の明るさ」、「十字架の光の方向性の好悪」、「十字架の光と影のバランスの良し悪し」(特に「十字架の明るさ」と「十字架の光と影のバランスの良し悪し」と、「整然とした」は「十字架の光と影のバランスの良し悪し」と、「印象的な」は「十字架のまぶしさ」、「十字架の光の方向性の好悪」、「十字架の光と影のバランスの良し悪し」と関連がある(特に「十字架の光の方向性の好悪」、「十字架の光と影のバランスの良し悪し」)。

以上より室内印象には「十字架の光の方向性の好悪」と「十字架の光と影のバランス」が強く関係しているということが言える。

### 3.5 室内全体に関する光環境評価と室内印象評価

光の教会の室内の印象を特徴づける尺度と室内全体に対する光環境評価のカイ2乗検定の結果を表3-4に記す。有意水準は5%以下である。

質感因子では「閉鎖的な」は「室内全体の明るさの分布」と、「無機的な」は「室内全体の明るさの分布」と関連がある。「硬い」、「内にこもる」、「静的な」、「冷たい」は室内全体の光環境評価で関連する項目はない。

快適性因子では「すっきりした」、「落ち着いて集中できる」、「簡素な」、「整然とした」は室内

表 3-4 室内の印象を特徴づける項目と室内全体に対する光環境評価のカイ2乗検定

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
閉鎖的な	-	-	○(5)	-	-	-
無機的な	-	-	○(5)	-	-	-
硬い	-	-	-	-	-	-
内にこもる	-	-	-	-	-	-
静的な	-	-	-	-	-	-
冷たい	-	-	-	-	-	-
すっきりした	-	-	-	-	-	-
落ち着いて集中できる	-	-	-	-	-	-
目障りでない	-	-	-	○(5)	-	-
簡素な	-	-	-	-	-	-
静かな	-	-	-	-	-	-
整然とした	-	-	-	-	-	-
印象的な	-	-	-	-	-	-
好感の持てる	-	-	-	-	-	-

- (1) … 室内全体の光環境はあなたにとって(快適)
- (2) … 室内全体の明るさはあなたにとって(明るい)
- (3) … 室内の明るさの分布はあなたにとって(均一)
- (4) … 十字架の光はあなたにとって(必要)
- (5) … 十字架からの光についてあなたは(好き)
- (6) … スリットを十字架にしたデザインについてあなたは(よい)

全体の光環境で関係しているものは存在せず、「目障りな」が「十字架の光の必要性」と関連するのみである。

宗教・デザイン性因子では「印象的な」、「好感の持てる」両方において、室内全体の光環境で関係しているものが存在しない。

### 3.6 室内の印象を特徴づける因子と照度(表 3-4)

表 3-5 に鉛直面照度の平均、変動差、および変動係数と室内印象評価との間の t 検定結果を記す。有意水準は 5%とする。

平均照度に対して有意な差がある尺度は存在しない。

照度変動差に対して有意な差がある尺度は 5%以下では「簡素な」のみである。

照度変動率に対して有意な差がある尺度は 5%以下では「簡素な」のみである。

以上より室内の印象を特徴づける因子として各測定点の鉛直面照度は「簡素な」以外関係のないものであることが分かる。

### 3.7 室内の印象を特徴づける因子と輝度(表 3-4)

表 3-5 に十字架の平均輝度、十字架の輝度最大値、十字架の輝度標準偏差、西側壁面の窓の平均輝度、西側壁面の窓の輝度変動差、および西側壁面の窓の輝度変動率と、室内の印象を特徴づける室内印象評価 14 項目との間の t 検定結果を記す。有意水準は 5%とする。

十字架の平均輝度に対しては 1%で「閉鎖的な」、「好感のもてる」、5%で「無機的な」が、十字架の最大輝度に対しては 1%で「好感の持てる」、5%で「無機的な」、「硬い」が、十字架の輝度標準偏差に対しては 5%で「無機的な」、「硬い」、「好感のもてる」に関連がある。

西側壁面の窓の平均輝度に対しては 1%で「好感のもてる」、5%で「閉鎖的な」、「無機的な」が、輝度変動幅に対しては 1%で「好感の持てる」、5%で「閉鎖的な」が、輝度標準偏差に対しては 1%で「好感のもてる」が関連する。

以上より室内の印象を特徴づける因子の中で「硬い」は十字架の輝度に関係があり、「閉鎖的な」、「無機的な」、「好感の持てる」は十字架の輝度および西側壁面の窓の輝度に関連があることが分かる。一方、「内にこもる」、「静的な」、「冷たい」、「すっきりした」、「落ち着いて集中できる」、「目障りな」、「簡素な」、「静かな」は、十字架の輝度や西側壁面の窓とは関連がない。

### 3.8 室内印象と照度と輝度

室内の印象を特徴づける因子 14 尺度の中で各測定点の照度、もしくは十字架の輝度との間に有意な差がある項目、すなわち「閉鎖的な」、「無機的な」、「硬い」、「好感の持てる」について、各測定点における照度と十字架の輝度の関係を表したものを図 3-1~4 に記す。

図 3-2 は「開放的な」に対する各測定点の平均照度

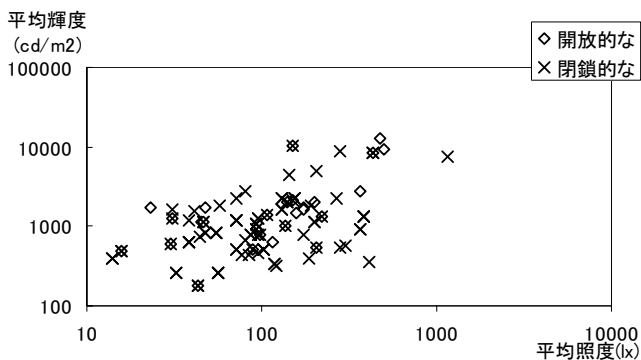


図 3-2「閉鎖的な」と平均照度と平均輝度

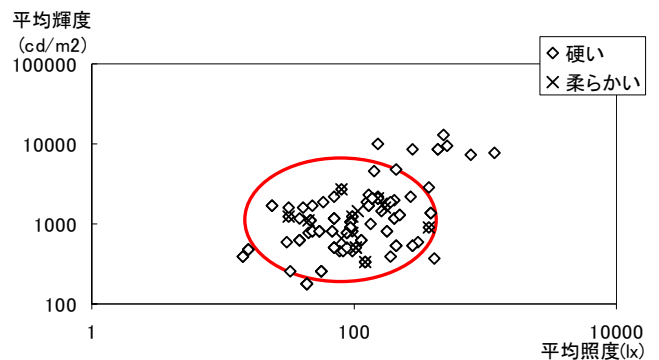


図 3-4「硬い」と平均照度と平均輝度

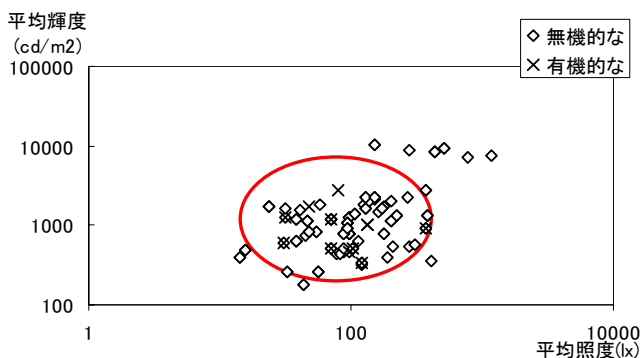


図 3-3「無機的な」と平均照度と平均輝度

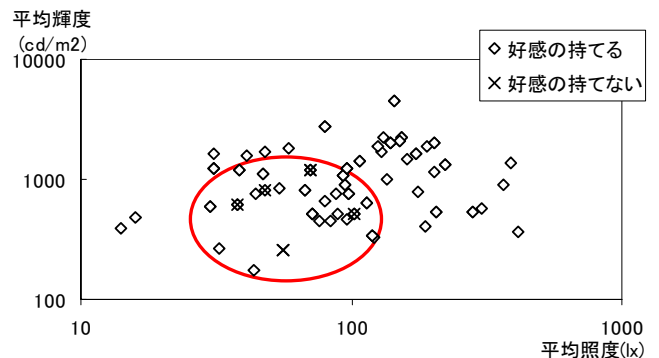


図 3-5「好感の持てる」と平均照度と平均輝度

と十字架の平均輝度の散布を記したものである。「開放的な」、「閉鎖的な」は共に照度、輝度に関係なく分布し、照度と輝度の間には関連が見られない。

図 3-3 は「無機的な」に対する各測定点の平均照度と十字架の平均輝度の散布を記したものである。「有機的な」に関しては、照度は数値に関係なく分布し、輝度は 2800 cd/m<sup>2</sup>以下に分布している。「無機的な」は照度、輝度共に数値に関係なく分布している。

図 3-4 は「硬い」に対する各測定点の平均照度と十字架の平均輝度の散布を記したものである。「柔らかい」に関しては、照度は数値に関係なく分布し、輝度は 2750cd/m<sup>2</sup>以下に分布している。「硬い」は照度、輝度共に数値に関係なく分布している。

図 3-5 は「好感の持てる」に対する各測定点の平均照度と十字架の平均輝度の散布を記したものである。

「好感の持てる」に関しては、照度は 100lx 以下に分布し、輝度は 1200cd/m<sup>2</sup>以下に分布している。「好感の持てる」は照度、輝度共に数値に関係なく分布している。

以上より「有機的な」、「柔らかい」は一定の輝度以下で評価され、「好感の持てない」は一定の照度、輝度以下で評価されることが言える。

#### 4. まとめ

光の教会において実測による実内照度、輝度の測定と回答者の申告による室内各部に対する光環境評価、室内印象評価の現地調査を、年間を通じて計 6 回、計 63 名の建築系学生を対象に実施し、以下を明らかにした。

- 1)室内照度、十字架の輝度はともに回答回に関係がなく、座席位置、天候に関係がある。
- 2)室内印象評価を構成する因子は「質感性」、「快適性」、「宗教・デザイン性」である。
- 3)この建築を特徴づける室内印象は「閉鎖的な」、「無機的な」、「硬い」、「内にこもる」、「静的な」、「冷たい」、「すっきりした」、「落ち着いて集中できる」、「目障りでない」、「簡素な」、「静かな」、「整然とした」、「印象的な」、「好感の持てる」である。
- 4)室内各部に対する光環境評価と室内印象評価の間には室内印象評価に対して「十字架の光の方向性の好悪」、「十字架の光と影のバランスの良し悪し」に強く関係がある。
- 5)室内全体に対する光環境評価と室内印象評価の間にはほとんど関係がない。
- 6)室内の印象を特徴づける因子と室内照度の間にはほとんど関係がない。
- 7)室内の印象を特徴づける因子と十字架の輝度、西側壁面の輝度の間には「閉鎖的な」、「無機的な」、「硬い」、

「好感の持てる」にのみ関係がある。

8)室内印象と照度および輝度との間には「無機的な」、「硬い」と室内照度の間には関係がないが十字架の輝度、西側壁面の輝度の間には関係があり、「好感の持てる」は室内照度、十字架の輝度、西側壁面の輝度ともに関係がある。

室内の印象を特徴づける項目に物理量と心理量に関係があるもの、心理量のみ関係があるというような差が生じたのは「閉鎖的な」、「無機的な」、「硬い」という質感を表現する項目は十字架の輝度が大きくなること室内の壁面(コンクリート)の輝度も大きくなり、その存在が増すことで室内の印象に質感性が大きくなる。一方、快適性の因子は「十字架の光の方向性の好悪」、「十字架の光と影のバランスの良し悪し」と関係があることから十字架の輝度が大きくなってもその影とのバランスが取れることから輝度の大小では差がないというから物理量とは関係がないからということが考えられる。

以上のように室内の印象を特徴づける因子と室内各部に対する光環境評価、物理量との間には関係のある項目が異なること、室内全体の光環境評価は室内の印象と関係が薄いこと、さらに物理量に関しては室内照度よりも十字架の輝度のほうに関係が深いことを明らかにした。

#### 謝辞

調査を許可していただいた教会関係者の皆様、また実験を手伝って頂いた方々、回答として参加して頂いた方々に謝意を表します。

#### 引用文献

- 1)~3)は光について書いたデザイン方面からの評論をのせる
- 1)平松剛 光の教会 安藤忠雄の現場、建築資料研究社発行、2000年
- 2)安藤忠雄 SD 編集部編 Tadao Ando 1981-1989 〈現代の建築家〉、鹿島出版会発行、1990年
- 3)安藤忠雄 建築家安藤忠雄、株式会社新潮社発行、pp368-pp378、2008年10月
- 4)中村芳雄、坂東卓、菅野晋 キンベル美術館の光環境デザイン、日本建築学会学術講演梗概集(中国)、pp599-602、2008年9月
- 5)広瀬芳樹、絵内正道、荒谷登 大空間建築の光環境構成要因、日本建築学会北海道支部研究報告集 No63、pp357-360、平成2年3月
- 6)戸倉美和子、山田浩嗣、三木保弘 住宅の和室における視野内の光環境に関する調査、日本建築学会学術講演梗概集、pp.333-334、2003年9月
- 7)稲本淳平、吉沢望、平手小太郎 テクスチャーの違いが室内の印象評価に与える影響、pp437-438 日本建築学会学術講演梗概集(中国)、1999年9月

◆討議 [ 鈴木先生 ]

輝度、照度で測ったが、特異な建物であることからオフィスなどのような輝度、照度が均一な空間ではないため、室内の印象を特徴づける項目と平均照度、平均輝度の関係性のグラフでは統一性が出ないのでは？  
照度、輝度の均一性は？

◆回答：今回行った分析方法はオフィスなどと照らし合わせるという意味ではないのですが、直感的に立てられた「光の教会」が現実的な空間としてどのような実態にあるかを定量的に測るため、今回の方法をとりました。

照度、輝度の均一性は例えば鉛直面照度などでは17～2000lx と幅が大きく、測定点ごとでも違いがあり、不均一な空間でした。

◆討議 [ 宮本先生 ]

キンベル美術館やシャルトル大聖堂のようなもっと有名な教会建築があるのになぜ、「光の教会」を選んだのか？

安藤氏の建築物は失敗しているものが多く、その中の成功例ではあるが、その「光の教会」を、数字を用いて定量的に表すのは難しいのではないかと？

◆回答：「光の教会」を選んだ理由はまず、建築家が直感的に光環境を考慮して設計した建築物であること、次に室内に照明など開口部以外に余計なものが少なく、光環境を評価しやすい空間であること、これらを総合評価した結果選定しました。

たしかに今回の研究のみで定量的に示すのは難しいことかも知れませんが、建築家が直感的にデザインした建物を定量的に分析することで、その後実際の輝度値、照度値を用いることで建物自体をデザインすることができるようになることもありうるので定量的に示すことには意義があることだと思います。

◆討議 [ 水谷先生 ]

「光の教会」は本当に直感的に建てられたものなのか？

◆回答：設計の際、模型などでの検証は行っていたようですが、オフィス空間を設計するときなどのような照度計算、設計はされていないので、直感的であると